

TADEU JANKOVSKI

**ESTUDO DE ALGUNS ASPECTOS DA REGENERAÇÃO  
NATURAL INDUZIDA EM POVOAMENTOS DE  
*Pinus taeda* L. E *Pinus elliottii* Engelm.**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau e título de Doutor em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Rudi Arno Seitz

CURITIBA  
1996

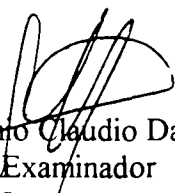
**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

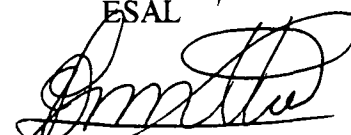
**P A R E C E R**

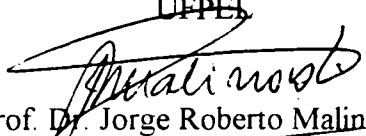
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pelo candidato **TADEU JANKOVSKI**, sob o título "**ESTUDO DE ALGUNS ASPECTOS DA REGENERAÇÃO NATURAL INDUZIDA EM POVOAMENTOS DE *Pinus taeda* L. E. *elliottii* Engelm.**)", para obtenção do grau de **Doutor** em Ciências Florestais, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **SILVICULTURA**.

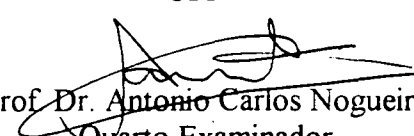
Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese, com média final: ( **9,3** ), correspondente ao conceito: ( **A** ).

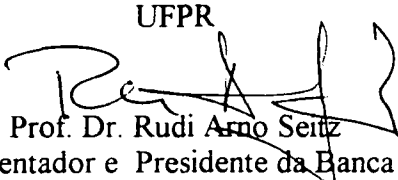
Curitiba, 23 de agosto de 1996.

  
Prof. Dr. Antonio Claudio Davide  
Primeiro Examinador  
ESAL

  
Prof. Dr. Vilmar Luciano Mattei  
Segundo Examinador  
UFPEL

  
Prof. Dr. Jorge Roberto Malinovski  
Terceiro Examinador  
UFPR

  
Prof. Dr. Antonio Carlos Nogueira  
Quarto Examinador  
UFPR

  
Prof. Dr. Rudi Arno Seitz  
Orientador e Presidente da Banca  
UFPR



## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Tadeu Jankovski, filho de José Jankovski e de Maria Jankovski, nasceu a 21 de fevereiro de 1952 em Balsa Nova, PR. Em 1972 obteve o título de Técnico em Eletrotécnica pela Escola Técnica Federal do Paraná. Graduiu-se Engenheiro Florestal em 1979, pelo curso de Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. No mesmo ano ingressou na Universidade Federal Rural de Pernambuco como Professor Colaborador na área de Silvicultura, onde atualmente ocupa o cargo de Professor Adjunto. Em 1985 obteve o grau de Mestre pelo curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal do Paraná e a CAPES, pela oportunidade e apoio financeiro.

Ao Prof. Dr. Rudi Arno Seitz, pela dedicada atenção, estímulo e orientação durante todas as etapas da realização deste trabalho.

Aos professores co-orientadores Dr. Jorge Roberto Malinovski e Dr. Roberto Turyoshi Hosokawa, pela atenção e sugestões.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Yoshiko Saito Kuniyoshi e ao Botânico Dr. Gert Hatschbach, pelo auxílio na identificação das espécies.

Ao Pesquisador Dr. Itamar Antônio Bognola, pelo auxílio no reconhecimento do solo.

Aos professores Carlos Roberto Sanquetta, Ronaldo Viana Soares e Umberto Angelo pelas sugestões.

À Bibliotecária Doroti M. L. Andrade, pela revisão das referências bibliográficas.

Ao Sr. Emílio Einsfeld Filho, proprietário do reflorestamento em que foi realizada esta pesquisa, pelo apoio financeiro e logístico e por ter acreditado nesta pesquisa, a qual espero que possa retribuir suas expectativas.

Aos Senhores Evilásio da Silva Rosa, Idelmo Antunes Gonçalves e Matias da Silva Rosa, pela valiosa colaboração durante todas as fases da implantação deste experimento e da coleta dos dados.

À minha esposa Arlete e meu filho Rafael, pela compreensão, tolerância e apoio ao longo desta jornada.

À todos aqueles que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiv</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 O EMPREGO DA REGENERAÇÃO NATURAL .....</b>	<b>4</b>
2.1.1 Condições básicas de uso .....	7
2.1.2 Comparação de custos e de produção entre a regeneração natural e artificial .....	7
<b>2.2 ESCOLHA DO MÉTODO DE REGENERAÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 PRODUÇÃO DE SEMENTES .....</b>	<b>11</b>
2.3.1 Periodicidade .....	11
2.3.2 Condições do povoamento que influenciam a produção de sementes .....	13
2.3.3 Avaliação e previsão das safras de sementes .....	15
<b>2.4 DISTÂNCIA DE DISSEMINAÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2.5 VIABILIDADE DAS SEMENTES DISSEMINADAS .....</b>	<b>17</b>
<b>2.6 MÉTODOS DE REGENERAÇÃO NATURAL .....</b>	<b>17</b>
<b>2.7 PREPARO DO TERRENO .....</b>	<b>23</b>
<b>2.8 ESTABELECIMENTO DA REGENERAÇÃO .....</b>	<b>30</b>
2.8.1 Perdas de sementes .....	30
2.8.2 Germinação .....	31
2.8.3 Sobrevivência .....	33
2.8.4 Desenvolvimento inicial .....	36
<b>2.9 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>44</b>

3.1 LOCAL DO ESTUDO .....	44
3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO .....	44
3.3 INTERVENÇÃO NO POVOAMENTO ADULTO .....	47
3.4 TÉCNICAS DE PREPARO DO TERRENO .....	49
3.5 CONTROLE DE FORMIGAS .....	50
3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	50
3.7 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE SEMENTES .....	52
3.8 ESTUDO DA PREDACÃO DE SEMENTES .....	53
3.9 AVALIAÇÕES REALIZADAS NAS PARCELAS EXPERIMENTAIS .....	54
3.10 ANÁLISE DOS DADOS .....	55
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>58</b>
4.1 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE SEMENTES NAS ÁREAS DE ESTUDO .....	58
4.2 NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS .....	60
4.2.1 Evolução do número de plantas estabelecidas durante os dois primeiros anos de regeneração .....	61
4.2.1.1 Influência das técnicas de preparo do terreno sobre o número de plantas estabelecidas .....	61
4.2.1.2 Influência das exposições e métodos de regeneração sobre o número de plantas estabelecidas .....	65
4.2.2 Número total de plantas estabelecidas ao final do segundo período vegetativo após intervenção .....	67
4.2.3 Comparação do número de plantas estabelecidas com a primeira e segunda safra de sementes (1993 e 1994), ao final do primeiro período vegetativo de cada safra .....	71
4.2.3.1 Nos tratamentos de preparo do terreno .....	71
4.2.3.2 Nas exposições e métodos de regeneração .....	72
4.2.4 Número de plantas estabelecidas com um padrão de altura mínima .....	74
4.2.5 Predação de sementes .....	76

4.2.6	Número de plantas estabelecidas em função da distância da fonte de sementes no método de corte em faixas .....	78
4.2.6.1	Número de plantas estabelecidas com a primeira safra de sementes em função da distância da bordadura .....	79
4.2.6.2	Número total de plantas estabelecidas ao final da segunda estação de crescimento em função da distância da bordadura .....	83
4.3	DISTRIBUIÇÃO DAS PLANTAS ESTABELECIDAS .....	86
4.3.1	Distribuição das plantas com um padrão de altura mínima (60 cm) 2 anos após intervenção .....	86
4.3.2	Distribuição de todas as plantas estabelecidas 2 anos após intervenção .....	92
4.4	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DAS PLANTAS ESTABELECIDAS .....	95
4.4.1	Altura das plantas .....	95
4.4.1.1	Evolução da altura média durante os 2 primeiros anos de regeneração em função dos tratamentos do terreno .....	96
4.4.1.2	Evolução da altura média durante os 2 primeiros anos de regeneração nas exposições e métodos de regeneração .....	97
4.4.1.3	Evolução da altura da planta maior por amostra, durante os 2 primeiros anos de regeneração nos tratamentos do terreno .....	99
4.4.1.4	Evolução da altura da planta maior por amostra durante os 2 primeiros anos de regeneração nas exposições e métodos de regeneração .....	100
4.4.1.5	Altura média das plantas com um padrão de altura mínima (60 cm) ao final da segunda estação vegetativa .....	101
4.4.1.6	Comparação da altura média das plantas oriundas da primeira e segunda safra de sementes ao final do primeiro período vegetativo nos tratamentos do terreno .....	102
4.4.1.7	Comparação da altura média das plantas oriundas da primeira e segunda safra de sementes ao final do primeiro período vegetativo nas exposições e métodos de regeneração .....	103
4.4.2	Diâmetro da planta maior por amostra .....	104
4.4.2.1	Evolução do diâmetro da planta maior por amostra no segundo ano de regeneração nos tratamentos do terreno .....	104
4.4.2.2	Evolução do diâmetro da planta maior por amostra no segundo ano de regeneração nas exposições e métodos de regeneração.....	105

4.4.3	Relação altura/diâmetro .....	106
4.4.3.1	Relação altura/diâmetro da planta maior por amostra durante o segundo ano de regeneração nos tratamentos do terreno .....	106
4.4.3.2	Relação altura/diâmetro da planta maior por amostra durante o segundo ano de regeneração nas exposições e métodos de regeneração .....	107
4.5	VEGETAÇÃO COMPETIDORA .....	108
4.5.1	Cobertura do solo nas áreas experimentais antes da intervenção .....	109
4.5.2	Evolução da cobertura do solo pelos diferentes tipos de vegetação nos 2 primeiros anos de regeneração .....	111
4.5.3	Evolução da cobertura do solo nos tratamentos de preparo do terreno durante os 2 primeiros anos de regeneração .....	113
4.5.4	Cobertura do solo pelos diferentes tipos de vegetação 2 anos após intervenção nos tratamentos do preparo do terreno .....	115
4.5.5	Cobertura do solo pelos diferentes tipos de vegetação 2 anos após intervenção nas exposições e métodos de regeneração .....	116
4.5.6	Influência dos tipos de vegetação sobre o número de plantas estabelecidas com a primeira safra de sementes (1993) .....	118
4.5.7	Influência dos tipos de vegetação sobre o número de plantas estabelecidas com a segunda safra de sementes (1994).....	123
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	128
	ANEXOS .....	131
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	149



## LISTA DE TABELAS

1	CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS DAS ÁREAS DE ESTUDO EM MARÇO DE 1993 .....	47
2	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO SOLO NAS ÁREAS DE ESTUDO.....	48
3	EFEITO DAS TÉCNICAS DE PREPARO DO TERRENO SOBRE O NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS POR M <sup>2</sup> .....	62
4	NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS POR M <sup>2</sup> NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO .....	65
5	NÚMERO TOTAL DE PLANTAS POR M <sup>2</sup> ESTABELECIDAS AO FINAL DO SEGUNDO PERÍODO VEGETATIVO APÓS INTERVENÇÃO.....	68
6	EFEITO DAS TÉCNICAS DE PREPARO DO TERRENO SOBRE O NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS POR M <sup>2</sup> COM A PRIMEIRA E SEGUNDA SAFRA DE SEMENTES AO FINAL DO PRIMEIRO PERÍODO VEGETATIVO DA CADA SAFRA.....	72
7	NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS POR M <sup>2</sup> NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO COM A PRIMEIRA E SEGUNDA SAFRA DE SEMENTES AO FINAL DO PRIMEIRO PERÍODO VEGETATIVO DE CADA SAFRA.....	73
8	NÚMERO DE PLANTAS POR M <sup>2</sup> COM UM PADRÃO DE ALTURA MÍNIMA (60 CM) ESTABELECIDAS COM A PRIMEIRA SAFRA DE SEMENTES, DOIS ANOS APÓS INTERVENÇÃO .....	75
9	NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS POR M <sup>2</sup> NO PRIMEIRO ANO DE REGENERAÇÃO EM PARCELAS PROTEGIDAS E EM PARCELAS SEM PROTEÇÃO.....	77
10	CARACTERÍSTICAS DAS EQUAÇÕES AJUSTADAS PARA O NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS COM A PRIMEIRA SAFRA DE SEMENTES (1993).....	80
11	CARACTERÍSTICAS DAS EQUAÇÕES AJUSTADAS PARA O NÚMERO TOTAL DE PLANTAS ESTABELECIDAS AO FINAL DA SEGUNDA ESTAÇÃO DE CRESCIMENTO.....	84
12	CARACTERÍSTICAS DA DISTRIBUIÇÃO DAS PLANTAS COM UM PADRÃO DE ALTURA MÍNIMA (60 CM) 2 ANOS APÓS INTERVENÇÃO....	89
13	CARACTERÍSTICAS DA DISTRIBUIÇÃO DE TODAS AS PLANTAS ESTABELECIDAS 2 ANOS APÓS INTERVENÇÃO.....	93

14	EFETTO DAS TÉCNICAS DE PREPARO DO TERRENO SOBRE A ALTURA MÉDIA (EM CM) DAS PLANTAS ESTABELECIDAS DURANTE OS 2 PRIMEIROS ANOS DE REGENERAÇÃO.....	97
15	EVOLUÇÃO DAS ALTURAS MÉDIAS (EM CM) DURANTE OS 2 PRIMEIROS ANOS DE REGENERAÇÃO NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO .....	98
16	EFETTO DAS TÉCNICAS DE PREPARO DO TERRENO SOBRE A ALTURA (EM CM) DA PLANTA MAIOR POR AMOSTRA DURANTE OS 2 PRIMEIROS ANOS DE REGENERAÇÃO.....	99
17	EVOLUÇÃO DA ALTURA (EM CM) DA PLANTA MAIOR POR AMOSTRA DURANTE OS 2 PRIMEIROS ANOS DE REGENERAÇÃO NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO .....	101
18	ALTURA MÉDIA (EM CM) DAS PLANTAS COM UM PADRÃO DE ALTURA MÍNIMA (60 CM) AO FINAL DA SEGUNDA ESTAÇÃO VEGETATIVA .....	102
19	COMPARAÇÃO DAS ALTURAS MÉDIAS (EM CM) DAS PLANTAS ORIUNDAS DA PRIMEIRA E SEGUNDA SAFRA DE SEMENTES AO FINAL DO PRIMEIRO PERÍODO VEGETATIVO NOS TRATAMENTOS DO TERRENO .....	103
20	COMPARAÇÃO DAS ALTURAS MÉDIAS (EM CM) DAS PLANTAS ORIUNDAS DA PRIMEIRA E SEGUNDA SAFRA DE SEMENTES AO FINAL DO PRIMEIRO PERÍODO VEGETATIVO NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO .....	103
21	EVOLUÇÃO DO DIÂMETRO (EM MM) DA PLANTA MAIOR POR AMOSTRA NO SEGUNDO ANO DE REGENERAÇÃO NOS TRATAMENTOS DO TERRENO .....	104
22	EVOLUÇÃO DO DIÂMETRO (EM MM) DA PLANTA MAIOR POR AMOSTRA NO SEGUNDO ANO DE REGENERAÇÃO NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO .....	105
23	RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO (EM MM) DA PLANTA MAIOR POR AMOSTRA DURANTE O SEGUNDO ANO DE REGENERAÇÃO NOS TRATAMENTOS DO TERRENO .....	106
24	RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO (EM MM) DA PLANTA MAIOR POR AMOSTRA DURANTE O SEGUNDO ANO DE REGENERAÇÃO NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO .....	107
25	PORCENTAGEM DE COBERTURA DO SOLO NAS ÁREAS DE ESTUDO ANTES DA INTERVENÇÃO.....	110

26	PORCENTAGEM DE COBERTURA DO SOLO PELOS TIPOS DE VEGETAÇÃO AO FINAL DO PRIMEIRO ANO DE REGENERAÇÃO E NÚMERO MÉDIO DE PLANTAS ESTABELECIDAS COM A PRIMEIRA SAFRA DE SEMENTES (1993) NOS GRUPOS DEFINIDOS PELOS DENDROGRAMAS .....	122
27	PORCENTAGEM DE COBERTURA DO SOLO PELOS TIPOS DE VEGETAÇÃO AO FINAL DO SEGUNDO ANO DE REGENERAÇÃO E NÚMERO MÉDIO DE PLANTAS ESTABELECIDAS COM A SEGUNDA SAFRA DE SEMENTES (1994) NOS GRUPOS DEFINIDOS PELOS DENDROGRAMAS .....	126

## LISTA DE FIGURAS

1	LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	45
2	ESQUEMA DO DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	51
3	NÚMERO DE SEMENTES VIÁVEIS PRODUZIDAS POR M <sup>2</sup> NAS ÁREAS DE ESTUDO POR SAFRA.....	59
4	TEMPERATURA MÉDIA MENSAL REGISTRADA AS 7:00 h DURANTE O PERÍODO DE INSTALAÇÃO E AVALIAÇÃO DO ESPERIMENTO.....	63
5	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DURANTE O PERÍODO DE INSTALAÇÃO E AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO .....	64
6	NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS COM A PRIMEIRA SAFRA DE SEMENTES EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DA BORDADURA NOS 4 TRATAMENTOS DE PREPARO DO TERRENO NA EXPOSIÇÃO SUL .....	81
7	NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS COM A PRIMEIRA SAFA DE SEMENTES EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DA BORDADURA NO TRATAMENTO DA GRADAGEM DAS 4 EXPOSIÇÕES.....	82
8	NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS COM A PRIMEIRA SAFRA DE SEMENTES E NÚMERO TOTAL DE PLANTAS ESTABELECIDAS AO FINAL DA SEGUNDA ESTAÇÃO DE CRESCIMENTO EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DA BORDADURA NO TRATAMENTO DA QUEIMA NAS EXPOSIÇÕES SUL E LESTE.....	85
9	DIAGRAMAS DE ÁREAS VAZIAS DOS 4 TRATAMENTOS DE PREPARO DO TERRENO NOS PRIMEIROS 15 M DISTANTES DA BORDADURA NA EXPOSIÇÃO SUL CONSIDERANDO-SE AS PLANTAS COM UM PADRÃO DE ALTURA MÍNIMA (60 CM).....	87
10	DIAGRAMAS DE ÁREAS VAZIAS COMPARATIVOS ENTRE AS DISTÂNCIAS DA BORDADURA DE 0-15 M E 15-30 M NOS TRATAMENTOS DA GRADAGEM E ENLEIRAMENTO DA EXPOSIÇÃO SUL, CONSIDERANDO-SE PLANTAS COM UM PADRÃO DE ALTURA MÍNIMA (60 CM) .....	91
11	DIAGRAMAS DE ÁREAS VAZIAS COMPARATIVOS ENTRE TODAS AS PLANTAS ESTABELECIDAS 2 ANOS APÓS INTERVENÇÃO E PLANTAS COM UM PADRÃO DE ALTURA MÍNIMA (60 CM) NOS TRATAMENTOS DA RETIRADA DA LENHA E QUEIMA DA EXPOSIÇÃO SUL NA DISTÂNCIA DE 15-30 M DA BORDADURA.....	94

12	COBERTURA DO SOLO PELOS DIFERENTES TIPOS DE VEGETAÇÃO NOS 2 PRIMEIROS ANOS DE REGENERAÇÃO.....	112
13	EVOLUÇÃO DA COBERTURA DO SOLO NOS TRATAMENTOS DE PREPARO DO TERRENO DURANTE OS 2 PRIMEIROS ANOS DE REGENERAÇÃO.....	114
14	COBERTURA DO SOLO PELOS DIFERENTES TIPOS DE VEGETAÇÃO 2 ANOS APÓS INTERVENÇÃO NOS TRATAMENTOS DE PREPARO DO TERRENO.....	115
15	COBERTURA DO SOLO PELOS DIFERENTES TIPOS DE VEGETAÇÃO 2 ANOS APÓS INTERVENÇÃO NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO .....	117
16	DENDROGRAMA DA PORCENTAGEM DE COBERTURA DO SOLO PELOS TIPOS DE VEGETAÇÃO COMPETIDORA NA EXPOSIÇÃO LESTE, AO FINAL DO PRIMEIRO ANO DE REGENERAÇÃO .....	121
17	DENDROGRAMA DA PORCENTAGEM DE COBERTURA DO SOLO PELOS TIPOS DE VEGETAÇÃO COMPETIDORA NA ÁREA PORTASEMENTES A, AO FINAL DO SEGUNDO ANO DE REGENERAÇÃO .....	125

## RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido em povoamentos de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* com 21 a 23 anos de idade no município de Ponte Alta, estado de Santa Catarina. Teve como propósito averiguar a viabilidade da regeneração pelos métodos de corte em faixas e porta-sementes. No primeiro método foi objetivo verificar a melhor orientação e exposição das faixas de corte. No segundo foram testadas 116 e 83 árvores porta-sementes por hectare. Em cada área de estudo foram aplicados 4 tratamentos de preparo do terreno: enleiramento, gradagem, retirada da lenha e queima, em blocos ao acaso com 3 repetições. O número de sementes produzidas nas safras de 1993 e 1994 foi avaliado pela contagem dos cones nas árvores em pé, aplicando-se um fator de correção para o erro de contagem. Também foi avaliada a predação de sementes e plântulas por pássaros, utilizando-se amostras cobertas por tela. A porcentagem de cobertura pela vegetação competidora foi avaliada antes da intervenção e durante os 2 primeiros anos de regeneração. As avaliações foram realizadas através de 4 levantamentos semestrais nos 2 primeiros anos após intervenção. O número de plantas estabelecidas e as características morfológicas destas plantas foram avaliados pela comparação múltipla de média utilizando-se o teste Newman e Keuls. Para verificar o comportamento da densidade das plantas estabelecidas em função da distância da bordadura foi utilizada a análise de regressão. A distribuição das plantas foi analisada pelo diagrama de áreas vazias. Pela análise de agrupamento foi detectada a influência da vegetação competidora sobre o número de plantas estabelecidas. Verificou-se que a regeneração natural é viável, tanto pelo método de corte em faixas, como pelo método de porta-sementes. No método de corte em faixas foi estabelecido um maior número de plantas nas exposições sul e leste, embora, estas tivessem melhor desenvolvimento nas áreas norte, sul e leste. No método de porta-sementes foram estabelecidas 12 plantas/m<sup>2</sup> com 83 árvores porta-sementes/ha, o que significa que o número de árvores porta-sementes a ser deixado pode ser menor. Dois anos após intervenção as plantas estabelecidas neste método apresentaram menores dimensões que as do método de corte em faixas, indicando concorrência das árvores porta-sementes, que devem ser removidas no inverno do segundo ano de regeneração. O estabelecimento de plantas com a primeira safra de sementes foi a mais importante no processo de regeneração devido as melhores condições do terreno, mas as plantas estabelecidas com a segunda safra de sementes também contribuíram para este processo, preenchendo áreas vazias resultantes do primeiro ano de regeneração. O melhor tratamento de preparo do terreno para a regeneração natural foi a gradagem e o pior a queima. O primeiro apresentou condições uniformes e com pequena porcentagem de cobertura pela vegetação competidora no primeiro ano de regeneração. O segundo foi prejudicado pela elevada predação de sementes pelos pássaros. O enleiramento também teve resultados satisfatórios, mas a retirada da lenha apresentou regeneração irregular. O número de plantas estabelecidas decresceu com a distância da bordadura, mas com a gradagem pode-se cortar faixas mais largas que 30 m nas exposições sul e leste. Quanto a cobertura do solo pela vegetação competidora, que já se apresentou elevada no primeiro ano de regeneração nos tratamentos do enleiramento e da retirada da lenha, predominou a gramínea do gênero *Panicum* e as acículas. Tanto as acículas, como algumas espécies do gênero *Panicum* influenciaram negativamente o estabelecimento de plantas de pinus. Por outro lado, as plantas anuais e o *Panicum pilosum* apresentaram ambientes favoráveis ao estabelecimento de plantas.

## ABSTRACT

This research was carried out in 21 to 23 years-old loblolly and slash pine plantations in Ponte Alta, Santa Catarina State - Brazil. The purpose was to investigate the feasibility of natural regeneration by strip-cutting and seed-tree methods. In the first method the objective was to verify the better direction and exposition of the strip-cuttings. In the second, 116 and 83 seed-trees were tested per hectare. In each study area 4 seedbed preparations were applied: windrowing, harrowing, fuelwood removal and burning, in randomized blocks with 3 replications. The 1993 and 1994 seedcrops were estimated by binocular counts of cones on standing trees applying a correction factor. Also the bird predation of seeds and plantlets were evaluated through screen covered samples. The coverage percentage by competitive vegetation was evaluated before investigation and during the first 2 years of regeneration. The valuations were performed through 4 half year surveys in the first 2 years after intervention. The number of established plants and their morphologic characteristics were evaluated by mean multiple comparison using the Newman and Keuls test. To verify the behavior of established plants density regarded to seed source distance regression analysis was used. The distribution of plants was analysed by the zero plot diagram. With clustering analysis it was detected the influence of competitive vegetation on the number of established plants. It was verified that the natural regeneration is feasible by both, strip-cutting and seed-tree method. In the strip-cutting method a larger number of plants in the south and east exposure was established. In the seed-tree method 12 plants/m<sup>2</sup> with 83 seed-trees per hectare were established, what means that the number of seed-trees to be used should be smaller. Two years after investigation the established plants in this method showed smaller size when compared to those established in the strip-cutting method, indicating seed-tree competition. For this reason, the seed-trees should be removed in winter of the second year of regeneration. The plants established with the first seedcrop were the most important for the regeneration process due the better seedbed conditions, but the plants established with the second seedcrop also contributed to the process, fulfilling empty areas. The best seedbed preparation was the harrowing and the worst the burning. The first presented uniform surface soil conditions with small competitive coverage in the first year of regeneration. The second was damaged by the great bird seed predation. Also, the windrowing had satisfactory results, but the fuelwood removal resulted in irregular regeneration. The number of established plants decreased with the distance from seed source, but with harrowing could be cut wider strips than 30 meters on south and east expositions. In relation to the ground coverage by competitive vegetation, that already presented high in the first year of regeneration on the treatments of windrowing and fuelwood removal, predominated the grass *Panicum* and the needles. The needles as some kinds of *Panicum* influenced negatively the establishment of pine plants. Otherwise, yearly plants and *Panicum pilosum* presented favorable environment to pine plant establishment.

## 1 INTRODUÇÃO

A região sul do Brasil teve naturalmente extensa cobertura florestal até meados deste século, onde abundavam espécies de elevado valor comercial, o que promoveu a atividade madeireira na região, tornando-a tradicional no setor florestal.

Com a redução da oferta de madeira nativa foi necessário suprir o mercado com madeira produzida em plantios florestais. Estes começaram a se expandir rapidamente a partir da década de 60. Para tanto, foram introduzidas várias espécies, entre as quais, destacaram-se na região sul *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* por apresentarem rápido crescimento e madeira com características aceitas pelo mercado consumidor.

Atualmente muitos povoamentos implantados com estas espécies estão em fase de corte final. Conforme RAMOS (1993), só no estado do Paraná existem perspectivas de regenerar em segunda rotação 220 mil hectares de *Pinus* no período de 1994 a 2013. Neste caso, a tendência dos reflorestadores é utilizar a regeneração artificial, em razão principalmente, dos vastos conhecimentos técnicos adquiridos durante a primeira geração das florestas implantadas. Ao contrário, em muitos países desenvolvidos existe equivalência entre os conhecimentos técnicos da regeneração artificial e da regeneração natural, o que faz com que ambas sejam utilizadas em escalas semelhantes.

Já no Brasil, a regeneração natural, até o presente momento, tem sido pouco cogitada, possivelmente devido a falta de estudos básicos e aplicados a seu respeito. No entanto, sabe-se que é um método de custos menores que a regeneração artificial e também se aproxima dos preceitos conservacionistas. COZZO (1990) enfatiza a importância de se conciliar o mutualismo da produtividade madeireira do dossel superior e a proteção ambiental promovida pela vegetação baixa e intermediária formada nos povoamentos regenerados naturalmente.



O investimento é um fator importante a considerar no processo da regeneração. EDWARDS e DANGERFIELD (1990) afirmam que no sudeste dos Estados Unidos, além de ter custos menores, a regeneração natural pode ser usada em rotações longas produzindo madeira mais valiosa, o que a torna atrativa e mais apropriada nos pequenos plantios não verticalizados.

O potencial da regeneração natural no Brasil pode ser averiguado a partir da existência de inúmeras plantas estabelecidas naturalmente em povoamentos adultos de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*. Estes ocorrem com maior frequência nos locais mais favoráveis, como por exemplo, solos expostos por ocasião de desbastes e beiras de estradas, onde existe maior iluminação.

WENGER e TROUSDELL (1958) relatam que no sul dos Estados Unidos, *Pinus* foi o primeiro gênero arbóreo a dominar áreas recém-cortadas ou abandonadas pela agricultura, apresentando portanto, tendências pioneiras. Nesta região, de acordo com DOUGHERTY e DURYEA (1991), a quase totalidade das florestas de *Pinus* em segunda e terceira rotação tiveram como origem a regeneração natural.

Alguns reflorestadores brasileiros observaram promissora regeneração natural nos povoamentos mais idosos e de pouca densidade, mas se indagam como proceder para que ela substitua com sucesso os povoamentos originais. Cabe aos pesquisadores desenvolver estudos que possam demonstrar tecnicamente a viabilidade de utilização deste processo de regeneração.

Acredita-se que os métodos de corte em faixas e porta-sementes, os mais utilizados na região de origem do *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, tenham perspectivas de sucesso na renovação de povoamentos destas espécies no sul do Brasil, desde que se domine os conhecimentos básicos que o processo envolve.

Diante do exposto, neste trabalho procurou-se estudar alguns aspectos silviculturais relacionados a fase inicial da regeneração natural de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, tendo em vista os seguintes objetivos:

- 1 - verificar a viabilidade da regeneração natural após o corte final pelos métodos de corte em faixas e porta-sementes;

- 2 - observar a influência da exposição das faixas de corte raso;
- 3 - averiguar a eficiência de algumas técnicas de preparo do solo no processo da regeneração natural;
- 4 - comprovar a suficiência da produção de sementes para uma efetiva regeneração natural;
- 5 - acompanhar a evolução do estabelecimento de plantas oriundas das duas primeiras safras de sementes após intervenção, durante os dois primeiros anos;
- 6 - averiguar a evolução da cobertura do solo pela vegetação competidora e sua influência sobre a regeneração natural.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 O EMPREGO DA REGENERAÇÃO NATURAL

A regeneração natural é um processo bastante utilizado na renovação de povoamentos florestais em várias partes do mundo. Seu sucesso é maior quando utilizado em coníferas. SKOKLEFALD (1985) relata que aproximadamente metade das áreas florestais da Noruega são regeneradas naturalmente, notadamente com espécies como *Pinus sylvestris* e *Picea abies*. Na Finlândia, 40 % das florestas são regeneradas naturalmente, onde predominam os *Pinus* e as *Piceas* (PARVIAINEN, 1988). JEANSSON *et al.* (1989) relatam que na Suécia em 71 % das áreas que sofrem corte final faz-se algum tipo de plantio. Porém, somente 39 % destas áreas têm um repovoamento satisfatório, o restante é complementado com a regeneração natural. Desta forma, quando se considera as áreas em regeneração, com plantas de altura média abaixo de 1,3 m, aproximadamente 45 % destas têm como origem a regeneração natural.

No Sudeste dos Estados Unidos, região de origem do *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, a regeneração natural vem se sobressaindo nas empresas industriais. Já, os reflorestadores não verticalizados, que produzem 61 % da madeira do gênero *Pinus*, regeneram seus povoamentos basicamente pelo processo natural. O principal motivo de se usar este tipo de regeneração é o menor capital investido (BAKER, 1991; EDWARDS, 1987). De acordo com DOUGHERTY e DURYEA (1991), nesta região, pouco mais de 50 % das áreas florestais são regeneradas naturalmente. Conforme BARNETT e BAKER (1991), *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* e *Pinus echinata* podem ser regenerados naturalmente com certa facilidade, o mesmo não ocorre com *Pinus palustris* que exige maiores cuidados. Além destas, muitas outras espécies têm sido estudadas e regeneradas naturalmente com sucesso entre as quais citam-se: *Abies lasiocarpa* (McCAUGNEY, 1991); *Larix occidentalis* (SCHMIDT, 1969); *Picea abies* (SKOKLEFALD, 1985; JEANSSON *et al.*, 1989); *Picea engelmannii* (ALEXANDER, 1987;

MC CAUGNEY, 1991); *Pinus oocarpa* (WOLFFSOHN, 1984); *Pinus ponderosa* (FOILES e CURTIS, 1973); *Pinus radiata* (LEA, 1984; COZZO, 1993); *Pinus sylvestris* (SKOKLEFALD, 1985; JEANSSON *et al.*, 1989); *Pseudotsuga menziesii* (GEIER-HAYES, 1987); *Quercus falcata* (HODJES e JANZENG, 1986) *Tsuga heterophylla* (HETHERINGTON, 1965).

De acordo com JEANSSON *et al.* (1989), o interesse pela regeneração natural na Suécia tem crescido consideravelmente nos últimos anos por razões tais como: aumento dos custos da regeneração artificial, desenvolvimento de implementos versáteis e flexíveis de preparo do solo, combinação da regeneração natural com a regeneração artificial formando uma harmônica composição de espécies, desenvolvimento de novas técnicas de retirada das porta-sementes com menor prejuízo à regeneração natural, inserção da regeneração natural no uso múltiplo de florestas. Este autor enfatiza a importância de se combinar a regeneração natural com a regeneração artificial. Em muitos sítios a utilização de um único meio de regeneração não atinge um estoque satisfatório, e desta forma, pode ser completado com o outro tipo.

De acordo com CUBBAGE *et al.* (1991), a regeneração natural pode ser planejada ou não planejada. O segundo caso, embora aparentemente não envolva maiores investimentos iniciais, a longo prazo é um processo dispendioso devido a baixa produção de madeira por unidade de área, o que eleva o custo do terreno. No entanto, este é um processo válido em florestas de proteção, pois neste caso não havendo controle sobre o estabelecimento das espécies haverá tendência de diversificação. Quando o objetivo é produzir madeira, a regeneração deve ser planejada, ou seja, deve-se fazer intervenções no sentido de conseguir maior produtividade. COZZO (1993) considera a regeneração natural como sendo espontânea, onde não ocorrem intervenções, ou induzida, a qual é resultante de intervenções provocadas no povoamento original.

BARNETT e BAKER (1991) e EDWARDS (1987) relacionam as seguintes principais vantagens da regeneração natural quando comparada à regeneração artificial:

- baixos custos de estabelecimento;
- utilização de pouca mão-de-obra e equipamentos pesados;

- pequenos distúrbios no solo;
- poucos problemas com pragas e doenças;
- não apresentam problemas com a origem geográfica das sementes.

No entanto, segundo estes pesquisadores, a regeneração natural apresenta algumas desvantagens:

- pouco controle sobre espaçamento e densidade inicial;
- não se pode fazer uso acentuado do melhoramento genético;
- podem resultar povoamentos irregulares o que dificulta os trabalhos mecanizados;
- menor produção em alguns casos.

Autores como COZZO (1990), JEANSSON *et al.* (1989) e BAKER *et al.* (1991) enfatizam os benefícios ecológicos da regeneração natural. Conforme JEANSSON (1989), a regeneração natural tem a tendência de produzir vários tipos de madeira, sendo por isto preferível quando se tem por objetivo o uso múltiplo de madeira.

A influência da regeneração natural na qualidade da madeira também é discutida por alguns pesquisadores. Povoamentos regenerados naturalmente geralmente produzem madeira de melhor qualidade devido ao menor desenvolvimento do lenho juvenil, o que se deve principalmente à maior densidade inicial das plantas (JEANSSON, 1989). Segundo VOUKILA (1982), para se obter uma boa qualidade de madeira deve-se usar sempre que possível a regeneração natural mantendo uma densidade inicial elevada. Os primeiros desbastes pré-comerciais devem ser feitos após as plantas atingirem 5 m de altura. HUNT e MC MINN (1988) afirmam que a regeneração natural deve ter preferência quando se quer produzir madeira para serraria. LEIBUNDGUT<sup>1</sup>, citado por JEANSSON *et al.* (1989) relata que densidades elevadas no processo inicial da regeneração natural, além de reduzir as proporções do lenho juvenil, inicia mais cedo a derrama natural melhorando a qualidade da madeira.

A seleção natural é um processo que ocorre em qualquer povoamento florestal. Na regeneração natural ele é mais intenso pois age sobre um grande número de indivíduos eliminando os mais fracos. Assim, as diferentes idades e alturas encontradas na regeneração

---

<sup>1</sup> - LEIBUNDGUT H. Die Waldpflege. Verlag Paul Haupt, Bern. 1984.

natural representam uma espécie de seguro contra os diferentes tipos de perdas durante o processo regenerativo. As plantas eliminadas são facilmente substituídas, garantindo uma densidade satisfatória no povoamento maduro (JEANSSON, 1987).

#### 2.1.1 Condições básicas de uso

Segundo EDWARDS (1987), o sucesso da regeneração natural de *Pinus taeda* depende de 4 condições básicas:

- substrato adequado;
- adequado suprimento de sementes;
- umidade suficiente para a germinação e estabelecimento das plantas;
- ausência de competição excessiva.

ROE *et al.* (1970) consideram os fatores suprimento de sementes, substrato adequado e um ambiente favorável à regeneração, como um triângulo de fatores onde na insuficiência de um deles, ocorre o risco de fracasso na regeneração natural. De acordo com DANIEL *et al.* (1982), estes fatores podem ser controlados até certo ponto pelo silvicultor, por práticas como: preparo do solo, estimativa do número de sementes para repovoar satisfatoriamente a área, orientação de cortes em faixas observando a exposição e direção do vento, abertura da cobertura do povoamento original conforme a intensidade de luz exigida, entre outras.

JEANSSON *et al.* (1989) afirmam que o resultado da regeneração natural é dependente de 2 grupos básicos de fatores: os fatores locais, como o clima, solo, vegetação, suprimento de água; e os fatores do tratamento silvicultural do povoamento de origem, como desbastes, composição de espécies, idades, boa produção de sementes, condições de substrato.

#### 2.1.2 Comparação de custos e de produção entre a regeneração natural e artificial

Dadas as discussões sobre qual tipo de regeneração é mais produtiva e de menores custos, vários pesquisadores compararam experimentalmente a regeneração natural e a regeneração

artificial obtendo algumas conclusões importantes. De uma maneira geral, a regeneração natural é mais econômica, mas tem uma produção de volume de madeira pouco menor que a regeneração artificial.

BARNETT e BAKER (1991) fizeram análises econômicas de povoamentos de *Pinus* no sul dos Estados Unidos, considerando uma rotação de 50 anos. Para esta análise utilizaram o "Valor Líquido Presente" que é a soma dos valores de retorno menos a soma dos valores investidos; a "Relação Benefício-Custo" e a "Eficiência de Custo" que é o rendimento madeireiro de um sistema dividido pela soma dos custos. Este último elemento difere da relação "Benefício-Custo" por estimar a produção física por dólar investido. Os valores encontrados na análise foram os seguintes: "Valor Líquido Presente" \$219/acre para a regeneração natural e \$200/acre para a regeneração artificial. "Relação Benefício-Custo" 5.4:1 para a regeneração natural e 3.1:1 para a regeneração artificial. "Eficiência de Custo" 1,81 m<sup>3</sup> para a regeneração natural e 1,05 m<sup>3</sup> para a regeneração artificial. Estes valores indicam que a regeneração natural é menos onerosa em todas as análises. Os autores afirmam ainda que quando o reflorestador deseja eficiência econômica aplica o sistema com a maior proporção "Benefício-Custo". Quando deseja um produto específico utiliza o sistema que tem maior "Eficiência de Custo" para este produto.

EDWARDS e DANGERFIELD (1990), comparando a regeneração natural com a regeneração artificial no sul dos Estados Unidos, encontraram um custo de implantação de \$187,65/acre para a regeneração natural e \$292,14/acre para a regeneração artificial. Usou-se apenas a queima como técnica de preparo do solo nos dois casos. Em uma rotação de 30 anos conseguiram um retorno líquido de \$1.172,12/acre na regeneração artificial e \$932,4/acre na a regeneração natural. Após o ajuste dos impostos e da taxa de juros obtiveram uma "Taxa Interna de Retorno" de 10,8 % na regeneração natural e 10,1 % na regeneração artificial. Isto significa que a regeneração natural produz menos madeira, mas é um método mais barato exigindo menor investimento, o que faz com que seja recomendável principalmente aos reflorestadores não verticalizados. De forma semelhante, MENGAK *et al.* (1986) concluíram que aplicando-se um mesmo preparo de solo, o crescimento e a produtividade são semelhantes

nos 2 tipos de regeneração, mas os custos de implantação são significativamente superiores na regeneração artificial. Neste estudo a "Taxa Interna de Retorno" foi 9 % superior na regeneração natural.

CAMPBELL e MANN (1973) realizaram 14 testes comparativos entre a regeneração natural, regeneração artificial e semeadura direta em diferentes locais do sudeste americano. Concluíram que *Pinus taeda* pode ser regenerado com sucesso pelos 3 métodos. A regeneração artificial apresentou plantas maiores aos 3 anos de idade. Em alguns testes a regeneração natural não foi bem sucedida devido as pequenas safras de sementes. Também com 3 anos de idade, CAIN e BARNETT (1990) observaram um maior crescimento de *Pinus taeda* em povoamentos plantados que em povoamentos regenerados naturalmente devido ao melhoramento genético. DOUGHERY e DURYEA (1991) afirmam que a não ocupação da área explorada nos 2 primeiros anos representa uma substancial perda de investimentos iniciais. Isto pode ocorrer quando não se tem no ano do corte uma safra de sementes apropriada. Para tanto, a regeneração natural deve ser bem planejada.

BAKER (1991), fazendo um estudo de produtividade em povoamentos mistos de *Pinus taeda* e *Pinus echinata*, observou que nos últimos 50 anos a regeneração artificial teve, tanto um volume total de madeira, como um volume de madeira para serraria, semelhante à regeneração natural. Na regeneração natural algumas pequenas diferenças decorreram da intensidade dos tratamentos silviculturais. BAKER *et al.* (1991) relatam que em 36 anos de rotação, os povoamentos de *Pinus taeda* e *Pinus echinata* regenerados naturalmente se desenvolveram mais lentamente que os plantados, produziram menos madeira para celulose, mas podem exceder aqueles na produção de madeira para serraria. Quanto aos custos, a regeneração natural foi sem dúvida mais barata.

De acordo com MENDES (1993), a principal vantagem da regeneração natural são os baixos custos de implantação. Em experimento realizado com *Pinus* no estado de Santa Catarina, este autor encontrou relações de custos da regeneração natural comparados a reforma de povoamentos em rotação final que vão de 1:1,15 quando se utiliza reforma mecanizada com



preparo mínimo, 1:2,0 quando se faz a reforma manual ou mecanizada com subsolador "Ripper" e 1:4,5 quando se faz reforma mecanizada com destoca.

EDWARDS (1987) afirma que o custo de plantio de *Pinus taeda* no sul dos Estados Unidos varia entre \$50 e \$175 por acre, enquanto o custo da regeneração natural varia entre \$3 e \$40. HEIDMANN *et al.* (1982) computaram custos de plantio de *Pinus ponderosa* na região das Montanhas Rochosas na ordem de \$259/acre, enquanto os custos da regeneração natural ficaram em \$41/acre.

## 2.2 ESCOLHA DO MÉTODO DE REGENERAÇÃO

Conforme DOUGHERTY e DURYEA (1991), para se desenvolver um plano de regeneração é preciso primeiramente definir os objetivos e depois identificar as práticas necessárias para alcançar estes objetivos.

Nos últimos anos tentou-se prestar atenção à regeneração de florestas como um todo. Deve-se considerar medidas biológicas, econômicas e técnicas na decisão do tipo de regeneração a utilizar. Em alguns casos, apenas um determinado método de regeneração cabe a certos povoamentos, neste caso, a tomada de decisão é fácil. No entanto, na maioria dos casos, tanto a regeneração natural como a regeneração artificial tem perspectivas de sucesso. Neste caso deve-se considerar a regeneração como um processo complexo, onde cada etapa tem que ser analisada e conectada à próxima, formando assim uma corrente até se chegar ao final do processo onde se toma a decisão final (PARVLAINEN e LAPPI, 1983).

De acordo com BOYCE (1985), a escolha do método de regeneração, por envolver uma série complexa de fatores, pode ter como guia modelos matemáticos que levam em conta variáveis como: mercado, produção, investimento e silvicultura. Estes porém, apenas indicam ou excluem certos métodos, de forma que, a decisão final deve ser tomada pelo silvicultor levando em conta variáveis específicas. Conforme JEANSSEN *et al.* (1989), além dos fatores essenciais na tomada de decisão como custos e tipo de sítio, outros fatores já estudados e conhecidos, porém de menor repercussão, devem ser incluídos. Além disto, muitos aspectos da

regeneração natural ainda devem ser esclarecidos. Neste sentido, estes autores propõe um programa de pesquisa que envolve uma série de aspectos ainda pouco conhecidos.

A regeneração deve ser prescrita de acordo com o tipo de sítio. Para tanto, onde as áreas florestais apresentam classificação de sítio, esta tarefa fica mais fácil e mais correta (SKOKLEFALD, 1985; JEANSSON, 1989; HUNT e MC MINN, 1988).

A regeneração natural é bastante dependente da cobertura da vegetação baixa. Em sítios férteis com solos argilosos e boa umidade, a vegetação baixa é bastante densa e se desenvolve com rapidez tornando-se um obstáculo para a germinação e estabelecimento das plantas arbóreas (SKOKLEFALD, 1985; BARNETT e BAKER, 1991). Por outro lado, em solos arenosos e de pouca umidade a competição não é tão severa sendo propícia a regeneração natural. Esta também é recomendada em áreas acidentadas e pedregosas onde fica difícil executar tratamentos mais intensos que a regeneração artificial requer (LEA, 1984; BARNETT e BAKER, 1991).

Segundo JEANSSON *et al.* (1989), sempre que existir facilidade e evidência de sucesso da regeneração natural, esta deve ser preferida por questões econômicas e de conservação do local.

## 2.3 PRODUÇÃO DE SEMENTES

O suprimento adequado de sementes é essencial no processo da regeneração natural. Deve-se conhecer a quantidade de sementes viáveis produzidas pelas espécies envolvidas nos anos em que se pretende renovar os povoamentos.

### 2.3.1 Periodicidade

Um dos principais problemas no suprimento de sementes para a regeneração natural é sua inconstância de produção no decorrer dos anos. Esta variação pode ser pequena ou grande conforme a espécie e o local. Em *Pinus taeda* foram comprovadas grandes variações de ano

para ano. No sudeste dos Estados Unidos a produção de sementes desta espécie é mais abundante e freqüente nas regiões da costa atlântica. Nas regiões interioranas a produção é menor e mais irregular (WAKELEY, 1947; BARNETT e HAUGEN, 1995).

JEMISON e KORSTIAN (1944) observaram a produção de sementes de *Pinus taeda* na Carolina do Norte durante um período de 8 anos. Neste intervalo, a produção oscilou entre 14.600 e 243.600 sementes/acre. A produção foi bastante irregular, a cada 2 anos consecutivos de boa produção de sementes ocorriam 2 safras ruins, ou uma safra ruim seguida de outra mediana. POMEROY e KORSTIAN (1949) continuaram observando o mesmo experimento por mais 5 anos, quando registraram 2 safras boas, 2 safras pobres e uma safra mediana.

BRENDER e MC NAB (1972) estudaram a produção de sementes de *Pinus taeda* na Georgia por um período de 22 anos. Consideraram como boa, aquela produção que tivesse mais de 100.000 sementes/acre. Neste período, aplicando o método de corte sob cobertura observaram boas produções de sementes em 50 % dos anos de estudo. BAKER e LANGDON (1990) consideraram como boa produção de sementes aquela com mais de 80.000 sementes/acre. Segundo estes autores, nos Estados Unidos *Pinus taeda* produz uma boa safra de sementes a cada 3 a 6 anos. Conforme COOPER (1957), nos Estados Unidos, *Pinus elliottii* produz uma safra boa de sementes a cada 3 anos.

Segundo GARRIDO *et al.* (1980), a produção de sementes de *Pinus elliottii* em um pomar jovem no estado de São Paulo oscilou entre 2,74 e 51,68 Kg/ha em um período de 7 anos. Pouco se pode concluir a respeito da periodicidade neste experimento devido a pouca idade do pomar, que tinha apenas 10 anos por ocasião da primeira tomada de dados.

Existem vários fatores pelos quais tenta-se explicar a variação anual na produção de sementes, entre eles estão os fatores climáticos, o metabolismo da árvore, presença maior ou menor de pragas e doenças e os tratos culturais (DANIEL *et al.*, 1982; WENGER e TROUSDELL, 1958).

LAMB (1973) observou em povoamentos de *Pinus taeda* na Carolina do Norte, associações significativas entre algumas variáveis meteorológicas nos períodos críticos do desenvolvimento das sementes e a produção destas. Sua pesquisa sugere que as temperaturas

baixas e umidade elevada prejudicam a fertilização, chuvas moderadas durante a diferenciação dos primórdios florais beneficiam a frutificação e temperaturas baixas logo após a polinização são prejudiciais. Para DANIEL *et al.* (1982) parece claro que grandes produções de sementes tem grande consumo de carboidratos o que induz a uma periodicidade na produção de sementes. De acordo com TROUSDELL (1950), os maiores danos observados no ciclo reprodutivo do *Pinus taeda* na Carolina do Norte foram causadas por precipitações elevadas durante a polinização, ação dos insetos no desenvolvimento inicial dos cones e ocorrência de geadas durante o período de floração.

A variação estacional da disseminação de sementes de *Pinus taeda* tem demonstrado poucas oscilações de um ano para outro e de um local para outro. Estas pequenas variações, não mais que 30 dias, ocorrem em função das variações climáticas, as quais afetam a maturação e abertura dos cones (CAMPBELL, 1967; JEMISON e KORSTIAN, 1944; POMEROY e KORSTIAN, 1949).

No sul do Paraná a disseminação de sementes de *Pinus taeda* está associada à baixa umidade relativa do ar, precipitações baixas e elevada insolação. O período de maior disseminação inicia em meados de maio e se prolonga até setembro. O pico máximo de disseminação ocorre em meados de julho. Estas informações são importantes para a orientação da época de corte e preparo do terreno na regeneração natural (JANKOVSKI, 1985).

### 2.3.2 Condições do povoamento que influenciam a produção de sementes

Além dos fatores que afetam a produção de sementes e são difíceis de controlar, como o clima e o acúmulo de carboidratos existem fatores possíveis de se exercer algum controle. Entre estes pode-se mencionar o espaçamento.

GARRIDO *et al.* (1980) estudaram a produção de sementes de *Pinus elliottii* no estado de São Paulo em 7 tratamentos que representam densidades de 500 a 83 árvores por hectare. Constataram maior produção de sementes por unidade de área nas densidades de 167 a 500 árvores por hectare. WENGER (1954) estudou a produção de cones de *Pinus taeda* na Virginia

com relação a cortes de liberação. Esta pesquisa revelou uma produção de cones até 9 vezes maior em áreas liberadas, quando comparadas à testemunha. A produção de cones aumentava a partir do terceiro ano após liberação.

BRENDER e MC NAB (1972) fizeram levantamentos da produção de sementes de *Pinus taeda* sob 3 métodos de regeneração, por um período de 22 anos. Observaram boas produções de sementes em 50 % dos anos estudados no método sob cobertura, 21 % no método de porta-sementes e apenas 18 % em povoamentos que sofreram desbastes leves. Isto significa que a liberação das árvores no método sob cobertura aumentou consideravelmente a produção de sementes.

WENGER e TROUSDELL (1958) afirmam que a produção de sementes varia com o tamanho da árvore. Dentre os parâmetros que definem o tamanho da árvore, a produção de sementes está melhor relacionada com o DAP (diâmetro a altura do peito). Conforme GRANO (1957), em *Pinus taeda* existe uma estreita relação entre o DAP e o diâmetro da copa, razão pela qual árvores de maior DAP produzem mais cones. FOWELLS e SCHUBERT<sup>2</sup> citados por BARNETT e HAUGEN (1995) observaram que em *Pinus ponderosa* mais de 90 % dos cones são produzidos em árvores dominantes. Segundo BARNETT e HAUGEN (1995) na copa de uma árvore de *Pinus* os galhos mais vigorosos das porções superiores são os que produzem mais cones o que também justifica a maior produção de sementes nas árvores de maior tamanho.

GRANO (1957); BARNETT e HAUGEN (1995) sugerem que se leve em conta, na seleção de árvores porta-sementes as frutificações anteriores. Árvores que frutificaram bem no passado, sempre apresentam boas frutificações, o que leva a crer que a capacidade de frutificação é de caráter hereditário. CROKER (1964) observou que em um período de 5 anos a produção de cones em *Pinus palustris* foi mais influenciada por frutificações anteriores que por fertilização e irrigação.

De acordo com WAKELEY (1947), no sudeste americano *Pinus taeda* começa a produzir sementes em pequenas quantidades a partir de 7 anos de idade e aos 15 anos, já alcança uma

---

<sup>2</sup> - FOWELLS, D. A.; SCHUBERT, G. H. Seed crops of forest trees in the pine region of California. Tech. Bull. WO-1150. Washington, DC. U.S. Department of Agriculture. 1956.

produção suficiente para uma boa regeneração natural. GARRIDO *et al.* (1980) registraram uma produção de 5 Kg de sementes por hectare em um povoamento de *Pinus elliottii* no estado de São Paulo com 10 anos de idade. Com 15 anos o mesmo povoamento produziu cerca de 20 Kg de sementes por hectare.

### 2.3.3 Avaliação e previsão das safras de sementes

O método convencional de se avaliar a produção de sementes em um povoamento é o que utiliza armadilhas de coleta de sementes. As armadilhas mais comuns são caixas de madeira com um fundo de tela com malha fina onde ficam retidas as sementes e uma cobertura de tela com malha de dimensão tal que permita a passagem das sementes. Esta última tem a função de proteger as sementes dos predadores. As dimensões das armadilhas são variadas, em média situam-se em torno de 0,5 m<sup>2</sup> (MAC KINNEY e KORSTIAN, 1938; BOE, 1955; JANKOVSKI, 1985).

Uma outra forma de avaliação é a contagem dos cones do ano nas árvores em pé. WENGER (1953); WAHLENBERG (1960) relata que para *Pinus taeda* este método mostra precisão aceitável, desde que se aplique um fator de correção obtido pela relação entre o número de cones contados nas árvores em pé e o número real de cones contados em árvores derrubadas. TROUSDELL (1951) detectou a viabilidade deste método para contagem de cones com um ano e com 6 meses de antecedência. Este autor afirma que, embora as contagens feitas com um ano de antecedência tenham menor precisão, são de maior utilidade na prática da silvicultura. Da mesma forma, CROKER (1971) recomenda a previsão das safras de sementes para *Pinus palustris*. Este autor observou que a contagem de cones é mais precisa durante o período nu, ou seja, quando as acículas estão pouco desenvolvidas. Ou então, ao final do último período vegetativo dos cones.

## 2.4 DISTÂNCIA DE DISSEMINAÇÃO

O conhecimento da quantidade de sementes que são disseminadas nas várias distâncias da fonte (árvores matrizes) é de muita utilidade no planejamento da regeneração pelos métodos de cortes em faixas ou clareiras ou pelo método das porta-sementes. Estas informações vão determinar o número de porta-sementes e a largura das faixas de corte ou tamanho das clareiras. Em povoamentos de *Pinus*, a quantidade de sementes disseminadas varia principalmente com a distância da fonte e com a direção dos ventos predominantes (WENGER e TROUSDELL, 1958).

JANKOVSKI (1985), estudando a disseminação de sementes em um povoamento de *Pinus taeda* na região de Curitiba, observou disseminação uniforme no interior do povoamento. Na área livre, a disseminação decresceu de forma exponencial a medida que a distância da bordadura aumentava. Segundo este autor, a porcentagem de sementes disseminadas nas várias distâncias da bordadura na direção dos ventos dominantes em relação ao interior do povoamento foram as seguintes: 0 a 10 m - 51,9 %, 10 a 20 m - 19 %, 20 a 30 m - 11 %, 30 a 40 m - 5,3 %, além dos 55 m distantes da bordadura foram disseminadas 27 vezes menos sementes que no interior do povoamento, ou seja, 25 sementes/m<sup>2</sup>. JEMISON e KORSTIAN (1944), observaram que em um povoamento de *Pinus taeda* na Carolina do Norte, 30,2 % das sementes foram disseminadas no interior do povoamento e apenas 11,7 % na faixa de 30 a 40 m distantes da bordadura na direção dos ventos predominantes.

De acordo com COOPER (1957), no sul dos Estados Unidos apesar de algumas sementes de *Pinus elliottii* serem carregadas além dos 75 m distantes da bordadura, 90 % das sementes são disseminadas nos primeiros 45 m.

DAHMS (1963) observou que o modelo de disseminação de sementes em função da distância da bordadura em *Pinus contorta* foi semelhante nas direções norte, sul, leste e oeste, ocorreram no entanto, diferenças na quantidade de sementes disseminadas.

## 2.5 VIABILIDADE DAS SEMENTES DISSEMINADAS

Nem todas as sementes disseminadas são viáveis. Por esta razão, é importante determinar a proporção de sementes viáveis que terão valor efetivo na regeneração natural. Algumas pesquisas revelam que a viabilidade das sementes está mais comumente relacionada com a safra do ano, a distância de disseminação e a época em que foram disseminadas.

JEMISON e KORSTIAN (1944) observaram que quanto menor a safra de sementes de *Pinus taeda*, menor é a viabilidade. No período de 1937 a 1944, a máxima viabilidade média anual encontrada foi 56,6 % e a mínima 29,4 %. A viabilidade máxima foi alcançada no ano de maior disseminação.

JANKOVSKI (1985) observou na região de Curitiba, uma redução da capacidade germinativa de sementes de *Pinus taeda*, com o avançar do período de disseminação. Na época de maior disseminação a germinação ficou em torno de 80 %, meio ano depois caiu para aproximadamente 55 %. No entanto, não foi encontrada diferença significativa na viabilidade das sementes disseminadas a diferentes distâncias da bordadura. Por outro lado, POMEROY e KORSTIAN (1949) observaram que sementes de *Pinus taeda* disseminadas a maiores distâncias apresentaram menor viabilidade que aquelas caídas próximo à bordadura. Este fato sugere que sementes vazias, por possuírem menor peso, podem ser carregadas a maiores distâncias pelo vento.

## 2.6 MÉTODOS DE REGENERAÇÃO NATURAL

Um método de regeneração descreve a maneira de se cortar corretamente um povoamento florestal, assegurando sua renovação. Os métodos de regeneração e os sistemas silviculturais são constantemente confundidos por levarem, em geral, o mesmo nome. Na realidade, estes dois termos se diferenciam pelo fato do método de regeneração tratar apenas do corte e estabelecimento do novo povoamento, enquanto, o sistema silvicultural é um plano geral de



tratamentos para o povoamento até seu aproveitamento final (DANIEL *et al.*, 1982; SMITH, 1986).

Pesquisadores como BAKER *et al.*(1991) ; BARNETT e BAKER (1991) afirmam que para se desenvolver um novo povoamento a partir de sementes produzidas dentro ou próximo da área em questão, utilizam-se métodos de corte do povoamento original e tratamentos culturais, ao que se denomina métodos de regeneração natural.

De uma maneira geral os métodos de regeneração natural em coníferas são divididos em dois grupos. O grupo dos métodos coetâneos que compreende 3 métodos básicos: corte raso, porta-sementes e o corte sob cobertura. O outro grupo é o dos métodos dissetâneos composto basicamente pelos métodos seletivos uniforme ou em grupos. O termo grupos coetâneos ou dissetâneos se refere ao objetivo de formar povoamentos com idades próximas ou diversas idades (EDWARDS, 1987; BAKER, 1991; BARNETT e BAKER, 1991; BAKER *et al.*, 1991). De acordo com MANN (1973), alguns destes métodos podem alcançar certo nível de melhoramento genético, porém um melhoramento pleno é praticamente impossível. Por outro lado, todos os métodos são compatíveis com o manejo da vida silvestre.

Conforme EDWARDS (1987); BAKER (1991) e BAKER *et al.* (1991), *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* são regenerados naturalmente com sucesso nos Estados Unidos pelos métodos de corte raso em faixas ou blocos, porta-sementes e cobertura. *Pinus taeda* e *Pinus echinata* também podem ser regenerados pelo método de seleção individual ou em grupo. Já *Pinus elliottii* não deve ser regenerado por métodos de seleção devido a estagnação de seu crescimento em povoamentos densos e sombreados.

O método de corte raso é eficiente na regeneração natural de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* e *Pinus echinata*, desde que o povoamento remanescente seja de boa qualidade genética e apresente frutificação abundante. No entanto, este método não é apropriado para *Pinus palustris* porque as sementes não conseguem disseminação a grandes distâncias. O corte raso pode ser feito em pequenos blocos, manchas ou faixas longas com larguras variadas que podem chegar a 90 m em situações favoráveis de sítio e produção de sementes. As faixas devem ser

abertas na direção perpendicular à direção dos ventos predominantes, pouco antes ou no início do período de maior queda de sementes (BAKER, 1991; BARNETT e BAKER, 1991).

JEANSSON *et al.* (1989), recomenda para os gêneros *Pinus* e *Picea* na Suécia, o método de corte raso em faixas com largura entre 5 e 30 m. Durante o período de estabelecimento das plantas, as árvores do povoamento original junto à bordadura das faixas têm um substancial aumento de crescimento e produção de sementes. COZZO (1990), sugere para a regeneração natural de *Pinus* na Argentina, abertura de faixas com 20 a 30 m de largura, mesmo que a disseminação de sementes seja suficiente em distâncias maiores. Faixas não muito largas mantem um ambiente favorável à fauna silvestre.

Conforme URSIC e DUFFY (1986), o método de corte raso em faixas é uma boa alternativa para regenerar naturalmente povoamentos de *Pinus taeda* estabelecidos em áreas de controle de erosão, pois permite um bom estabelecimento de plantas e não promove muita erosão.

Do método de corte raso também pode-se derivar o processo de regeneração que utiliza plantas desenvolvidas no local. Segundo JEANSSON *et al.* (1989), este método consiste em liberar a regeneração natural já existente através do corte raso do povoamento original. Este método é de especial importância onde as safras de sementes são muito irregulares ou onde os métodos convencionais de regeneração natural têm risco de insucesso. A regeneração com plantas no local pode ser incentivada por um desbaste pesado que também tem por objetivo produzir madeira de maiores dimensões enquanto se estabelece a nova geração. Uma das principais vantagens deste método é que os cortes podem ser realizados em qualquer época, com exceção ao período em que surgem as brotações novas.

Conforme BAKER *et al.* (1991) e BARNETT e BAKER (1991), o método de plantas no local é uma alternativa viável na regeneração de *Pinus* no sudeste americano.

Uma outra variante do método de corte raso é o chamado sementes no local. Este método consiste em se fazer os cortes após a maturação das sementes ou disseminação destas, porém antes de sua germinação. A melhor época de se efetuar os cortes seria assim que os cones atingissem a maturação, mas antes de sua abertura. Desta forma, os cones das árvores

derrubadas se distribuem na superfície e liberam suas sementes. O corte após a disseminação é menos recomendável, pois muitas sementes ficam enterradas nos resíduos da colheita. A principal vantagem deste método é a não existência de restrição ao tamanho da área a ser cortada. Por outro lado, os cortes só podem ser feitos em um pequeno espaço de tempo (EDWARDS, 1987; BAKER, 1991; BAKER *et al.*, 1991; BARNETT e BAKER, 1991).

LANGDON (1981) fez experimentos em que comparou o método de plantas no local e o método de sementes no local em *Pinus taeda* na Carolina do Sul e na Virginia. No método sementes no local foi observada uma densidade de plantas 5 vezes maior que no método plantas no local. A distribuição de plantas também foi significativamente melhor no método sementes no local. A diferença entre os dois métodos foi devida principalmente aos danos causados pela colheita no método plantas no local. Neste caso, aproximadamente dois terços das plantas estabelecidas foram destruídas pelas operações da colheita. Mesmo assim, este método apresentou um repovoamento satisfatório.

VAN LEAR *et al.* (1982) também comprovaram a viabilidade da regeneração natural com sementes no local para *Pinus taeda* na Carolina do Sul. Na segunda estação de crescimento após os cortes foram registradas 4,2 plantas/ m<sup>2</sup>.

O método de corte raso apresenta algumas vantagens como: minimização dos custos de colheita da madeira, técnica simples e de fácil supervisão, as plantas jovens recebem mais luz permitindo mais rápido desenvolvimento inicial, além de não sofrerem danos ocasionados por cortes posteriores (EDWARDS, 1987; BAKER, 1991; BARNETT e BAKER, 1991).

Os métodos de porta-sementes e cobertura são semelhantes. A diferença básica está no número de árvores a serem deixadas para promover a regeneração. No método de porta-sementes deve-se deixar 10 a 50 árvores/ha e no método de cobertura de 75 a 125 árvores/ha. A variação deste número está em função do tamanho das árvores, da espécie, do sítio e das condições do povoamento (BARNETT e BAKER, 1991). BAKER *et al.* (1991) relatam que do ponto de vista ecológico a diferença entre o método de porta-sementes e o método de cobertura está no grau de sombreamento que recai sobre a regeneração. Este grau de

sombreamento também exerce papel importante na supressão e desenvolvimento das plantas competidoras.

Para JEANSSON *et al.* (1989) a principal diferença entre estes dois métodos está no objetivo principal. Quando o objetivo maior é a distribuição de sementes para a regeneração natural, tem-se o método das porta-sementes. Mas quando também se tem por objetivo um maior desenvolvimento das árvores que fazem a cobertura, visando maior produção de madeira nobre, tem-se o método de cobertura. Conforme estes autores, para *Pinus* o número de porta-sementes deve ser de no mínimo 75 árvores/ha, enquanto, no método de cobertura o número varia de 100 a 400 árvores/ha.

Conforme EDWARDS (1987) e BAKER (1991), o método de cobertura tem maior garantia de suprimento de sementes, motivo pelo qual, é recomendado para povoamentos que têm pequena frutificação, ou anos em que as safras de sementes são pobres.

EDWARDS e DANGERFIELD (1990) afirmam que o método de cobertura proporciona uma contínua proteção ao sítio, o que é importante em regiões propensas à erosão.

No método de porta-sementes, as árvores a serem deixadas devem ter boas características fenotípicas, devem ter boa frutificação e ser resistentes aos ventos. O corte de reprodução deve ser executado poucos dias antes do início da disseminação de sementes. Em povoamentos densos, deve-se fazer cortes de liberação das porta-sementes 3 a 4 anos antes do corte de regeneração, a fim de melhorar a estabilidade e aumentar a produção de cones (BAKER *et al.*, 1991; BARNETT e BAKER, 1991).

Conforme EDWARDS (1987); BARNETT e BAKER (1991), as árvores porta-sementes e as árvores de cobertura devem ser removidas 3 a 5 anos após intervenção, quando se consegue o estabelecimento de pelo menos 2.500 plantas/ha bem distribuídas. Remoções tardias causam muitos danos às plantas regeneradas. BOYER e WHITE (1989), estudando a regeneração natural de *Pinus palustris*, observaram que a melhor época de retirada das árvores porta-sementes é o primeiro ou segundo ano após intervenção. Neste caso, as perdas da regeneração situam-se entre 35 e 40 %. Quando a retirada das porta-sementes é realizada no

terceiro, quarto ou quinto ano após intervenção, a mortalidade da regeneração aumenta para 50 a 55 %.

Entre as vantagens do método porta-sementes e cobertura cita-se as principais como: pouca restrição ao tamanho da área a ser trabalhada, através da seleção de árvores obtém-se um certo grau de melhoramento genético, caso a regeneração natural fracasse no primeiro ano, pode-se conseguir um estabelecimento de plantas satisfatório nos anos seguintes, pode haver supressão das plantas baixas pelo sombreamento, pode-se obter madeira de maiores dimensões das árvores de cobertura (EDWARDS, 1987; BAKER, 1991; BAKER et al., 1991; BARNETT e BAKER, 1991). Entre as vantagens do método porta-sementes e cobertura cita-se as principais como: pouca restrição ao tamanho da área a ser trabalhada, através da seleção de árvores obtém-se um certo grau de melhoramento genético, caso a regeneração natural fracasse no primeiro ano, pode-se conseguir um estabelecimento de plantas satisfatório nos anos seguintes, pode haver supressão das plantas baixas pelo sombreamento, pode-se obter madeira de maiores dimensões das árvores de cobertura (EDWARDS, 1987; BAKER, 1991; BAKER et al., 1991; BARNETT e BAKER, 1991).

O método seletivo caracteriza-se por povoamentos compostos por árvores de todas as idades e tamanhos que se distribuem regularmente. Geralmente existe um maior número de indivíduos no estrato inferior quando comparado ao superior. O método seletivo individual se diferencia do método seletivo em grupo pelo fato de que neste último as árvores são removidas em grupo e no segundo caso a remoção é individual. No método seletivo individual os cortes geralmente são mais leves e realizados em menores intervalos (JEANSSON *et al.*, 1989).

Conforme BARNETT e BAKER (1991), o método seletivo é uma boa alternativa para a regeneração de povoamentos de *Pinus taeda* no sudeste americano, onde o intervalo de cortes varia entre 3 e 10 anos. Para se manter uma estrutura adequada é necessário o estabelecimento de novas plantas a cada 10 anos, quando se promove um substrato adequado à regeneração e se reduz o dossel superior para uma densidade de 10 a 14 m<sup>2</sup>/ha de área basal. O crescimento inicial das plantas jovens não tem muita significância já que o povoamento em crescimento utiliza continuamente a produtividade do sítio.

Segundo EDWARDS (1987), o método seletivo, por se caracterizar pela retirada de madeira de diversos tamanhos em cada corte, requer conhecimentos e habilidade silvicultural profundos. Os custos de exploração também são mais caros. Razões pelas quais, este método deve ser usado com cautela.

As principais vantagens do método seletivo são: propicia retornos periódicos e flexíveis; produz madeira de melhor qualidade, portanto, mais valiosa; consegue-se a cada corte madeira de várias dimensões; menor vulnerabilidade à danos bióticos e climáticos; o povoamento tem melhor aparência estética e apresenta maior variação de habitat para animais silvestres (BAKER, 1991; BARNETT e BAKER, 1991).

HU (1982) conduziu um estudo comparativo de regeneração natural em *Pinus taeda* no sul dos Estados Unidos pelos métodos de cobertura, porta-sementes e seleção. Quatro anos após intervenção observou que o método de cobertura apresentou o maior número de plantas regeneradas, mas ao considerar apenas as plantas livres de competição o método de porta-sementes mostrou-se superior. O autor considera o método seletivo como o mais difícil de conduzir. Não o recomenda para os pequenos reflorestadores sem uma assídua assistência técnica, mas reconhece o seu potencial para fins específicos como promoção da vida selvagem e controle de erosão.

EDWARDS (1986) comparou a regeneração natural de *Pinus taeda* na Georgia pelos métodos sementes no local, porta-sementes e cobertura. Três anos após intervenção concluiu que todos os métodos apresentavam número satisfatório de plantas estabelecidas, embora os métodos de cobertura e porta-sementes tenham aumentado o número de plantas no segundo e terceiro ano de regeneração. Este fato ocorreu em razão da pequena safra de sementes no ano da intervenção.

## 2.7 PREPARO DO TERRENO

O preparo do terreno é utilizado para criar um ambiente favorável ao estabelecimento de plantas de espécies desejadas. O ambiente favorável pode ser criado pela alteração da

cobertura da superfície do terreno, alteração da camada superficial do solo ou modificações dos microsítios. A operação do preparo do terreno é conduzida para alcançar um ou mais dos seguintes objetivos: livrar a área de regeneração dos resíduos da colheita; reduzir a vegetação competitiva e o habitat dos animais predadores; melhorar as condições físicas do solo; reduzir a compactação ou melhorar a infiltração de água nas camadas superiores do solo; criar microsítios favoráveis em sítios desfavoráveis e controlar doenças (STEWART, 1978).

Conforme CLASON (1989) o preparo do terreno ideal deve propiciar proteção contra fogo da nova geração, melhorar a acessibilidade, expor o solo mineral, suprimir a vegetação competitiva, manter a produtividade do sítio e ter flexibilidade de aplicação. Na escolha do método de preparo do terreno deve-se considerar vários fatores, porém os que mais pesam na decisão são os custos e a eficiência no estabelecimento de plantas. Segundo STEWART (1978), os seguintes fatores influenciam a escolha do método de preparo do terreno: a natureza da cobertura do solo; fatores físicos do terreno; disponibilidade de mão-de-obra e equipamentos; limitações externas como perturbações à vizinhança; impactos ambientais; modificações necessárias ao sítio e custos. Geralmente um ou dois destes fatores são decisivos na escolha do método, mesmo assim, todos os fatores devem ser considerados.

Os 3 métodos básicos de preparo do terreno são a queima, o preparo mecanizado e o preparo químico. O preparo mecanizado apresenta várias opções como: distúrbios promovidos pela extração da madeira, remoção da camada superficial do solo, enleiramento, trituração dos resíduos, aração e gradagem (WENGER e TROUSDELL, 1958; STEWART, 1978).

Considerando um adequado suprimento de sementes, o preparo do terreno é o fator que mais influencia o sucesso da regeneração natural. O tipo e a intensidade do tratamento dependem da espécie, sítio e condições do povoamento, safra de sementes e métodos de corte (BAKER, 1991 e BARNETT e BAKER, 1991). De acordo com CLASON (1989) a intensidade do preparo do terreno tem muita relação com a qualidade do sítio. Sítios pobres não precisam de um preparo intenso, mas sítios ricos necessitam preparos mais cuidadosos, pois geralmente a competição é mais severa e existem muitos resíduos.

BARNETT e BAKER (1991) relatam que *Pinus taeda* se regenera com certa facilidade em sítios sem concorrência excessiva e com boas safras de sementes. Neste caso, somente os distúrbios do solo causados pela extração da madeira são suficientes para uma regeneração satisfatória. Preparos de terreno intensos podem promover densidades muito altas na regeneração, havendo necessidade de desbastes pré-comerciais o que acarreta mais custos. Quando se aplica o método de corte raso em faixas, a intensidade de preparo do terreno deve aumentar com a distância da bordadura na tentativa de uniformizar a densidade em toda a faixa.

Conforme POMEROY (1949) e STEWART (1978), as operações de exploração deveriam ser planejadas para melhorar as condições de regeneração e diminuir os riscos de erosão. A passagem de tratores no arraste de toras deve ser feita por vários caminhos, assim torna o solo mais exposto e propicia a regeneração, além de diminuir a compactação.

Maiores níveis de utilização da madeira presente no local de colheita diminuem os custos de preparo do terreno. O material residual da colheita pode ser utilizado para celulose, placas sólidas prensadas ou energia. Atualmente a maior utilização é para energia. O grau de utilização do material residual está em função de fatores como: elevada quantidade de biomassa no local, topografia pouco acidentada, proximidade do mercado e elevado valor do material energético. Na utilização completa dos resíduos, deve-se tomar cuidado para não reduzir excessivamente a produtividade do sítio (RAGAN *et al.*, 1984 e SIROIS, 1986).

MC MINN (1982) pesquisou o efeito do aproveitamento de madeira de *Pinus* colhendo madeira com 2 limites mínimos de diâmetro. Observou que quando se retirava madeira com diâmetro mínimo de 2,5 cm o solo ficava 2 vezes mais exposto do que nas áreas onde a colheita ocorria com diâmetro mínimo de 10 cm. Mas a brotação de espécies folhosas foi mais intensa em áreas onde se colhia madeira com diâmetros mínimos menores.

A queima é a técnica de preparo do terreno mais utilizada no sudeste americano devido principalmente aos baixos custos. TROUSDELL e LANGDON (1967) relatam que a gradagem é cerca de 4 vezes mais cara que uma série de 4 queimas realizadas para melhorar a regeneração natural de *Pinus taeda*. TROUSDELL (1963) também levantou proporções semelhantes de custos de preparo do terreno.



Vários pesquisadores americanos estudaram a eficiência do fogo como técnica de preparo do terreno na regeneração natural. A maioria concluiu que em áreas queimadas ocorre uma melhor distribuição de plantas e a densidade é maior quando comparadas à áreas sem qualquer preparo. (POMEROY, 1949; TROUSDELL, 1954; MEYER, 1955; MC NAB e ACH, 1967; TROUSDELL e LANGDON, 1967; BOYD e DEITSCHMAN, 1969; GRANO, 1971; EDWARDS, 1986; HAASE, 1986).

Os resultados do grau de eficiência da queima no estabelecimento da regeneração são variados: POMEROY (1949) observou que a germinação de *Pinus taeda* em áreas queimadas é cerca de 30 % superior à áreas não queimadas. EDWARDS (1986) observou em áreas queimadas o dobro do número de plantas de *Pinus taeda* que foram estabelecidas em áreas sem queima. Também para esta espécie, MC NAB e ACH (1967) concluíram em seu experimento, que no primeiro ano após a intervenção são necessárias 55 sementes para estabelecer uma planta em áreas queimadas, enquanto em áreas não queimadas esta proporção sobe para 111:1.

HARRIS (1966) estudando o efeito da queima de resíduos na regeneração de coníferas no Alaska, observou que o número de plantas estabelecidas em áreas queimadas foi semelhante ao das áreas sem queima, mas a distribuição das plantas foi mais uniforme nas áreas queimadas.

SCHMIDT (1969) relata que o efeito do fogo no processo da regeneração é mais benéfico pela destruição das espécies competidoras que pela exposição do solo. Por outro lado, GEIER-HAYES (1994) ao estudar a regeneração natural de coníferas no Idaho observou que o fogo apenas queimou as pontas dos arbustos que rebrotaram rapidamente. Além disto, novos arbustos nasceram após a queima. O que levou à necessidade de utilizar a escarificação do solo como técnica de preparo do terreno.

Conforme MC DONALD e FISKE (1995), a utilização do fogo na forma indireta de preparo do terreno pode ser favorável por eliminar sementes viáveis de espécies indesejáveis acumuladas no solo. Mas também pode estimular a germinação de sementes de espécies competidoras que se encontram dormentes no solo. A eliminação posterior desta vegetação diminuiria sua regeneração nos próximos anos.

A queima como técnica de preparo do terreno em muitas situações deve ser realizada de 2 a 4 vezes antes da queda das sementes. O procedimento de queimas múltiplas é benéfica na redução da camada de serapilheira quando esta é espessa e na redução da cobertura de árvores e arbustos de espécies indesejáveis. Quando se usa a queima múltipla, geralmente a última queima é feita após o corte de regeneração pouco antes da disseminação de sementes. As demais queimas são feitas antes de se iniciar o processo da regeneração, em alguns casos até 3 anos antes da intervenção (WENGER e TROUSDELL, 1958).

TROUSDELL e LANGDON (1967) estudaram o efeito de várias queimas no preparo do terreno para a regeneração natural de *Pinus taeda*, desta forma foram testadas: uma queima no inverno e uma queima no verão; uma queima no inverno e 2 queimas anuais no verão; uma queima no inverno e 3 queimas anuais no verão. Concluíram que uma queima no inverno e 3 queimas anuais no verão foi o tratamento mais efetivo no preparo do terreno e no controle de plantas competidoras.

O preparo do terreno mecanizado, apesar de ter custos elevados é a alternativa mais eficiente em sítios onde aparece muita competição e a produção de sementes é pequena. Vários autores observaram a superioridade do preparo do terreno mecanizado em relação ao uso do fogo ou ao simples distúrbio causado pela colheita ( GEMMER, 1941; TROUSDELL, 1954; BOYD e DEITSCHMANN, 1969; GRANO, 1971; FOILES e CURTIS, 1973; CROKER, 1975; MC MINN, 1981; CLASON, 1989; CAIN, 1991; EDWARDS, 1994; GEIER-HAYES, 1994).

De acordo com TROUSDELL (1954), quando se faz aração no preparo do terreno para regenerar *Pinus taeda* naturalmente, são necessárias 7 sementes para estabelecer uma planta no primeiro ano de regeneração. Enquanto em áreas queimadas são necessárias 15 sementes, e em áreas sem preparo 22. GRANO (1971), pesquisando a regeneração natural de *Pinus taeda*, observou que a densidade de plantas regeneradas em áreas aradas foi 30 % maior que em áreas queimadas. Em áreas onde foi removida a camada superficial do solo com lâmina angular a densidade foi 3,5 vezes superior às áreas queimadas. Enquanto TROUSDELL e LANGDON

(1967), não observaram grandes diferenças no número de plantas desta espécie estabelecidas em áreas aradas e áreas que sofreram uma série de 4 queimas.

O enleiramento também é um método de preparo do terreno eficiente para a regeneração natural de *Pinus*. Em grandes áreas o enleiramento geralmente é feito com ancinho enleirador. Em uma pesquisa realizada por CAIN (1991) no Arkansas, um ano após a intervenção, a porcentagem de áreas estocadas onde se fez o enleiramento foi em média, o dobro daquela onde não foi realizado qualquer tratamento.

A remoção da camada superficial do solo com lâmina frontal angular é um dos preparos do terreno mais eficientes no estabelecimento de plantas em locais adversos. No entanto, esta é uma técnica que pode reduzir a capacidade produtiva do sítio (STEWART, 1978; CLASON, 1989). TUTTLE *et al.* (1982) estudaram o efeito da remoção de uma camada de até 7,6 cm da superfície do solo. Neste estudo verificaram um significativo aumento na densidade e sobrevivência de plantas de *Pinus taeda* regeneradas naturalmente. Não houve diferença de crescimento em altura, mas os níveis de nutrientes do solo foram significativamente reduzidos ao final da primeira estação de crescimento. BURGER *et al.* (1984) estudaram o efeito da subsolagem e aração em local onde a camada superficial do solo foi removida, no crescimento de *Pinus taeda*. Concluíram que a aração teve efeito positivo, mas a subsolagem apresentou poucos ganhos.

Outra técnica de preparo do terreno mecanizado é a trituração dos resíduos e escarificação do solo pela passagem do rolo faca. Esta técnica é mais eficiente quando os resíduos são finos e o solo é firme. Aproximadamente um mês após a passagem do rolo faca os resíduos devem ser queimados (STEWART, 1978). MC NAB *et al.* (1990) verificaram que terreno preparado com rolo faca resulta em micro sítios mais homogêneos para a regeneração do que quando se utiliza a queima. Como resultado, plantas de *Pinus taeda* com 12 anos de idade regeneradas naturalmente apresentam maior homogeneidade de distribuição e tamanho. CROKER (1975), estudando a regeneração natural de *Pinus palustris* no Alabama, observou que a relação sementes/planta era 100 % menor em áreas preparadas com rolo faca que em áreas sem preparo do terreno.

De acordo com WENGER e TROUSDELL (1958), a aração ou gradagem podem ser feitas antes ou depois do corte final. A gradagem antes do corte final tem a vantagem da existência de poucos resíduos, o que torna a operação mais barata. Nestas operações, não há necessidade de cobrir toda a área, pois se assim for, a operação é difícil e demorada, tornando-se muito cara.

WOLTERS *et al.* (1995) fizeram uma pesquisa com os principais métodos de preparo do terreno no Alabama. Concluíram que a raspagem da camada superficial do terreno seguida de gradagem foi o método mais eficiente no controle da vegetação competitiva desde sua aplicação até 3 anos depois. Foi observado ainda, que a aplicação de fertilizantes aumentava a cobertura e desenvolvimento da vegetação competitiva.

Nos últimos anos a limpeza química vem sendo bastante utilizada nos Estados Unidos. No entanto, este método é mais apropriado na remoção da vegetação competitiva, principalmente em áreas onde existem muitos arbustos e árvores não utilizadas comercialmente. O método químico não é eficiente onde existem muitos resíduos ou onde a camada de serapilheira é muito espessa. Na prática o preparo do terreno com produtos químicos tem maior viabilidade quando é aplicado em conjunto com outras técnicas (STEWART, 1978 e WADE *et al.*, 1990).

Recentemente as pesquisas de preparo do terreno vem mostrando bons resultados através da combinação de métodos. Em muitos casos uma só operação não alcança todas as modificações que o terreno requer para uma boa regeneração. Assim, outras operações podem complementar satisfatoriamente o preparo. Desta forma, pode se alcançar preparos de terreno mais intensos que são comprovadamente mais eficientes. Algumas combinações de preparo do terreno bem sucedidas foram alcançadas pelos pesquisadores: CROKER (1975) roçada mais rolo faca e queima combinada com aração, escarificação e herbicidas; CLASON (1989) retirada da camada superficial mais enleiramento mais queima e herbicidas mais queima; WADE *et al.* (1990) herbicidas mais queima; CAIN (1991) herbicidas mais enleiramento; EDWARDS (1994) retirada da camada superficial mais rolo faca e retirada da camada superficial mais desenraizamento mais queima mais gradagem; WOLTERS *et al.* (1995) retirada da camada superficial mais gradagem.

O preparo do terreno para plantio de mudas de *Pinus taeda* também foi bastante pesquisado no sul dos Estados Unidos. De forma semelhante à que foi discutido o preparo do terreno para a regeneração natural, geralmente solos revolvidos ou que sofreram intensa preparação tem demonstrado melhores sobrevivências e desenvolvimento inicial das plantas. Cuidados também tem sido recomendados quanto aos riscos da perda da capacidade produtiva do sítio, principalmente em áreas sujeitas a erosão quando se faz preparo do terreno muito intenso (DE WIT e TERRY, 1982; LANTAGNE e BURGER, 1982; STRANSKY *et al.*, 1982; MILLER e EDWARDS, 1984; STAFFORD *et al.*, 1984; BRAMLETT *et al.*, 1990).

## 2.8 ESTABELECIMENTO DA REGENERAÇÃO

De acordo com DANIEL *et al.* (1982), o período mais crítico do processo de regeneração natural é o estabelecimento, que inicia com a germinação e termina conforme a situação 3 a 5 anos após, quando a planta não tem mais riscos eminentes de perecimento. Muitos fatores estão envolvidos neste período, os quais devem ser entendidos para melhorar e tornar mais segura a regeneração natural.

### 2.8.1 Perdas de sementes

Após disseminadas, ocorrem perdas consideráveis de sementes por predadores. Estudos indicam que os principais predadores de sementes nesta fase são os pássaros e os roedores. A predação de sementes parece ser maior em anos de pequena produção, não chegando a ser fator limitante nos anos de boa safra de sementes (WENGER e TROUSDELL, 1958).

ALEXANDER (1986), estudando o estabelecimento natural de plantas de *Picea engelmannii* no Colorado, detectou 50 % de perdas de sementes viáveis por predadores. Em um estudo com parcelas protegidas e não protegidas no sudeste dos Estados Unidos, WENGER e TROUSDELL (1958) observaram que os pássaros e pequenos mamíferos foram responsáveis pela predação de 22 % das sementes de *Pinus taeda* disseminadas em um período de 3 anos.

BOYER (1964) averiguou em um estudo de predação de sementes de *Pinus palustris* no Alabama que 57 % da predação ocorria por pequenos mamíferos, principalmente ratos, 33 % por pássaros e grandes mamíferos e 10 % por insetos. Enquanto, WAHLENBERG<sup>3</sup> citado por BOYER (1964), observou maior predação de sementes desta espécie por formigas em áreas sem preparo do terreno. No entanto, em áreas queimadas os pássaros foram os principais agentes predadores. HAEUSSLER et al. (1995) observaram 50 a 100 % mais predação de sementes de *Alnus rubra* em áreas onde se removeu toda a vegetação e camada orgânica do solo, que em áreas sem qualquer preparo. No entanto, não houve grandes diferenças de predação entre as áreas de corte raso e cobertura. WOLFFSOHN (1984) observou na regeneração natural de *Pinus oocarpa* que, em áreas sem tratamento de solo, as sementes ficam ocultas pela vegetação, havendo pouca predação por pássaros. Mas, devido a alta população de roedores e insetos, nestas áreas a predação é maior que em áreas queimadas.

LIMA (1993) relata que em povoamentos de *Pinus* no norte do Paraná é freqüente a presença de aves que se alimentam de suas sementes. ALMEIDA (1978) estudou a população de aves em áreas reflorestadas com *Pinus* no estado de São Paulo. Entre as aves de maior freqüência encontravam-se algumas que se alimentam com sementes de *Pinus* como as da família Turdidae, Columbidae e Fringillidae. Em um povoamento de *Pinus elliottii* 24 % dos indivíduos aprisionados eram do gênero *Turdus* (sabiás). Este autor conclui ainda, que a população de aves é maior em talhões pequenos ou próximos à áreas com vegetação nativa.

### 2.8.2 Germinação

Sementes de *Pinus taeda* apresentam certo grau de dormência após sua disseminação. Esta dormência é quebrada naturalmente durante a permanência das sementes no solo no período do inverno. A germinação é epígea e inicia quando o local onde as sementes se encontram adquire umidade suficiente e temperatura elevadas (BAKER e LANGDON, 1990). Segundo

---

<sup>3</sup> WAHLENBERG, W.G. *Longleaf pine*. Washington, D. C.: Charles Lathrop Pack Forestry Foundation, 1946. 429p.

LANGDON (1981), no sudeste dos Estados Unidos, as sementes de *Pinus taeda* permanecem dormentes no solo por 4 a 8 meses, após sua disseminação.

De acordo com WENGER e TROUSDELL (1958), temperaturas diurnas entre 18 e 27°C favorecem a germinação de sementes de *Pinus taeda*. Grande parte desta ocorre no início da estação de crescimento mas continua durante todo o verão. Segundo CROKER e BOYER (1975), quanto menor for o intervalo de tempo entre a disseminação e a germinação das sementes, menos vulneráveis elas estarão à ação dos predadores.

LOHREY e KOSSUTH (1990) relatam que *Pinus elliottii* apresenta germinação rápida após disseminação. Se as condições ambientais forem favoráveis a maior parte das sementes germina em 2 semanas. As plântulas no estágio cotiledonar dificilmente são distinguidas do *Pinus taeda*. O tamanho das sementes, que é variável, não tem influência sobre a germinação. Sementes pequenas produzem plântulas menores, mas não se diferenciam na sobrevivência e tamanho um ano após germinadas.

O processo da germinação é diretamente afetado pelas condições de umidade. Solos expostos mantêm umidade mais constante do que as camadas espessas de serapilheira, favorecendo este processo. Desta forma, certos preparos de terreno como queima e revolvimento propiciam maior germinação. O tipo de solo também pode afetar a germinação, já que solos arenosos retêm menos umidade na camada superficial (GRANO, 1949; WENGER e TROUSDELL, 1958)

POMEROY (1949) observou que a germinação de sementes de *Pinus taeda* era 30 % superior em solos expostos do que em solos cobertos naturalmente pela serapilheira. Também foram detectadas diferenças semelhantes de germinação em áreas que sofreram diferentes intensidades de queima. Ocorreu menor germinação onde a queima foi superficial e permaneceu uma camada considerável de serapilheira. Não foram constatadas diferenças significativas de germinação entre diferentes classes de textura do solo.

ALEXANDER (1987) constatou influência da exposição na germinação de sementes de *Picea engelmannii*. Ocorreu maior germinação na exposição norte, provavelmente devido ao maior sombreamento que conservou a umidade do solo.

### 2.8.3 Sobrevivência

Fatores que afetam a germinação também são importantes para a sobrevivência das plântulas, em especial a umidade. Desta forma, a sobrevivência é altamente influenciada pelas condições locais. Os solos expostos ou revolvidos facilitam a fixação radicular das plântulas permitindo sua sobrevivência (BAKER e LANGDON, 1990).

Algumas pesquisas mostram que as maiores mortalidades de plantas na regeneração natural ocorrem logo após a germinação, quando a umidade é insuficiente. Em muitos casos a sobrevivência um ano após a germinação é inferior a 50 % (ALEXANDER, 1987; WENGER, 1958). TROUSDELL e WENGER (1963) afirmam que no sudeste dos Estados Unidos, chuvas frequentes no período de abril a junho (primavera) são essenciais no estabelecimento da regeneração natural de *Pinus taeda*. Mantendo os demais fatores semelhantes, o aumento de 20 mm de chuva neste período aumenta consideravelmente o número de plantas estabelecidas. O nível mínimo crítico de chuva neste período é de 254 mm. Abaixo deste nível a regeneração é severamente comprometida. As plantas que sobrevivem a este período dificilmente perecerão por falta de umidade nos próximos meses. Conforme DANIEL *et al.* (1982), a etapa suculenta da plântula, que começa na germinação e termina quando o hipocótilo adquire consistência dura e tenaz, é a que apresenta maiores porcentagens de mortalidade devido ao calor, às enfermidades, à falta de água e aos predadores.

POMEROY (1949), ao estudar a germinação e estabelecimento de plantas de *Pinus taeda*, observou que 83 % das plantas morrem devido à falha da radícula em se fixar ao solo e desenvolver um sistema radicial eficiente. Os fungos foram responsáveis por 11 % da mortalidade e os predadores por 6 %. Foi observado que quando a radícula não alcança o solo mineral para se fixar, a plântula morre em poucos dias. Os solos de textura pesada são menos favoráveis à fixação radicular. As dificuldades ocorrem principalmente quando solos argilosos são compactados nas operações de colheita ou dessecados na camada superficial após fortes chuvas.



Segundo ALEXANDER (1987), em *Picea engelmannii* o crescimento radicial inicial é um fator determinante na sobrevivência das plântulas. Quanto mais se desenvolve o sistema radicial, mais chance de sobrevivência a plântula tem. POMEROY (1949) confirma este fato para *Pinus taeda*. Este autor observou que a facilidade de penetração da raiz primária no solo está em função da textura deste. Em solos de textura leve a penetração da raiz primária foi 60 % maior do que em solos de textura pesada.

GRANO (1949) afirma que em povoamentos de *Pinus taeda* a camada espessa de serapilheira é uma barreira para o desenvolvimento radicular e sobrevivência das plântulas. Este autor observou que quanto mais espessa a camada de serapilheira, menor é a sobrevivência das plântulas. Em áreas onde caem as copas das árvores grandes por ocasião da colheita forma-se uma camada espessa de acículas impedindo qualquer estabelecimento de plantas por um período considerável. KINNUNEM e KOJOLA (1980) chegaram a conclusão semelhante ao estudarem a regeneração natural de *Pinus sylvestris*. De acordo com WAHLENBERG (1960), a serapilheira depositada por folhosas afeta de forma mais negativa o estabelecimento de plantas de *Pinus* que a serapilheira depositada por coníferas.

Em situações onde o solo fica pouco exposto, preparos do terreno aumentam consideravelmente a germinação e sobrevivência das plantas. Segundo POMEROY e TROUSDELL (1948), quanto mais intenso o preparo do terreno maior é a densidade de plantas estabelecidas no primeiro ano após intervenção. Quando o solo fica totalmente exposto por tratamentos como a gradagem o número de plantas chega a ser 12 vezes superior à áreas onde os resíduos de exploração e a camada de serapilheira permanecem inalterados. De acordo com TROUSDELL (1954), as condições favoráveis resultantes das técnicas de preparo do terreno vão se deteriorando com o passar dos anos. Três anos após o preparo do terreno sua eficiência na regeneração natural é muito pequena e praticamente desaparece a partir do quarto ano. Esta diminuição se deve principalmente à retomada de crescimento da vegetação competitiva aumentando também a população de agentes predadores como insetos e roedores. MEYER (1955) afirma que no processo regenerativo de *Pinus taeda* a quase totalidade das plântulas

que germinam a partir do terceiro ano após intervenção desaparecem até o ano seguinte, possivelmente devido a severa competição no local.

WOLFFSOHN (1984) concluiu que em Honduras, as principais causas de mortalidade das plântulas de *Pinus oocarpa* foram: insetos que comem as plântulas recém-germinadas, secas prolongadas e a competição da vegetação nativa.

A competição tem sido relatada por vários pesquisadores, como um fator de grande influência na sobrevivência. As mudas morrem principalmente devido a elevada competição da densa rede radicial desenvolvida pelas plantas invasoras. A competição por luz também pode levar muitas plantas ao perecimento. As gramíneas e as herbáceas são as competidoras mais prejudiciais, tendo em vista a formação de coberturas densas (WENGER e TROUSDELL, 1958; CROKER e BOYER, 1975; ALEXANDER, 1987; BOYER e WHITE, 1989)

WAHLENBERG (1948) afirma que a sobrevivência da regeneração natural de *Pinus taeda* é bastante afetada pela cobertura do povoamento original. Em um estudo em que este autor definiu várias classes de cobertura, concluiu que a sobrevivência era adequada quando se mantinha menos de 50 % de cobertura e insuficiente em coberturas maiores.

CAIN (1991) estudou a importância da periodicidade da produção de sementes, condições de substrato e cobertura na regeneração natural de *Pinus taeda*. Concluiu que um dos maiores inibidores no estabelecimento de plantas foi o sombreamento causado pelas folhosas que tinham na ocasião 18 m<sup>2</sup> de área basal por acre. A eliminação desta cobertura diminuiu em 5 vezes a proporção sementes/planta necessária para uma adequada regeneração.

Uma boa forma de melhorar a sobrevivência na regeneração natural é controlar a vegetação competitiva através de técnicas preparo do terreno como a queima, aplicação de herbicidas e gradagem entre outras (WENGER e TROUSDELL, 1958 ; BOYER e WHITE, 1989). Segundo CAIN (1988a), o controle da competição antes ou durante as intervenções, realizadas para promover a regeneração natural, são mais eficientes e menos onerosas que aquelas realizadas a partir do segundo ano de regeneração. ALEXANDER (1987) afirma que uma forma eficiente de limitar o desenvolvimento de plantas baixas é a manutenção de contínua cobertura arbórea.

#### 2.8.4 Desenvolvimento inicial

O crescimento em altura de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* ocorre com a emissão em média de 3 módulos de crescimento a cada ano. O maior crescimento geralmente ocorre no primeiro módulo e o menor no último. O crescimento inicia na primavera com a elevação da temperatura e continua elevado até o final do verão, quando começa a diminuir, praticamente cessando no final do outono, quando diminui a temperatura e os dias se tornam mais curtos. O maior crescimento ocorre quando a temperatura da noite é 12 a 13°C menor que a temperatura do dia. No meio do verão ocorre uma redução do crescimento em altura provavelmente devido a elevação da temperatura a noite, o que faz com que não se atinja a diferença ideal. O crescimento radial inicia na mesma época do crescimento em altura mas se prolonga durante todo o outono. O crescimento radicial embora ocorra o ano todo, é mais intenso na primavera, verão e início do outono. O crescimento radicial de inverno é limitado por baixas temperaturas, enquanto o de verão é limitado por baixa umidade e temperaturas muito altas. A água é outro fator que influencia o crescimento das plantas. Quando ocorrem secas no verão, o crescimento diminui naquele ano, afetando também o crescimento inicial em altura do ano seguinte ( WENGER, 1958; BAKER e LANGDON, 1990; LOHREY e KOSSUTH, 1991).

Segundo WENGER e TROUSDELL (1958), as condições superficiais do solo afetam o crescimento das plântulas no primeiro ano. O melhor desempenho em solos preparados se deve ao fato da mais fácil penetração do sistema radicial, e também devido as sementes germinarem mais cedo, tendo maior espaço de tempo para o crescimento durante o primeiro ano. Onde se faz a queima também ocorre a liberação de nutrientes os quais ficam mais disponíveis para as plântulas.

LOHREY (1975) também observou melhor crescimento das plantas de *Pinus elliottii* estabelecidas pela semeadura direta em áreas que sofreram melhor preparo do terreno. De acordo com EDWARDS (1994), dez anos após o plantio, *Pinus taeda* apresentou desenvolvimento tanto maior quanto mais intenso foi o preparo do terreno. No entanto, GEMMER (1941) observou que diferentes preparos do terreno não afetaram o crescimento em

altura das plantas de *Pinus taeda* regeneradas naturalmente, durante a primeira estação de crescimento.

Conforme TROUSDELL e WENGER (1963), solos com textura pesada favorecem a regeneração natural devido ao maior crescimento das plantas de *Pinus taeda* durante a primeira estação vegetativa, o que faz com que estas alcancem alturas suficientes para se livrarem da vegetação competidora no próximo ano. CAIN (1988b) afirma que aquelas plantas que no terceiro ano de regeneração estiverem acima da competição, possivelmente se desenvolverão livremente até a maturidade.

A luminosidade é outro fator que afeta consideravelmente o desenvolvimento da regeneração natural. *Pinus taeda* tem uma menor taxa fotossintética em locais de baixa luminosidade, principalmente a partir do segundo ano. Esta espécie é também mais afetada pela concorrência que as latifoliadas, por não desenvolverem um sistema radicial suficiente para suprir suas necessidades de água. Desta forma, pode-se dizer que o fator limitante da regeneração no primeiro ano é a umidade e a partir do segundo ano a luz (KRAMER e DECKER, 1944 e WENGER, 1958).

WAHLENBERG (1948) estudou 6 classes de luminosidade na regeneração natural de *Pinus taeda*. Seus resultados mostram claramente um aumento de crescimento, tanto em altura como em diâmetro, com o aumento da classe de luminosidade. MARTIN *et al.* (1990) ao estudarem a influência das árvores porta-sementes de *Pinus echinata* no desenvolvimento da regeneração natural, observaram que a altura das plantas regeneradas foram diretamente proporcionais à distância da árvore mãe até 5,5 m. MEYER (1955) também observou nos Estados Unidos que cortes sob cobertura com elevado número de árvores em pé restringem o desenvolvimento da regeneração em altura. BRASSIOLO (1988) avaliou a regeneração natural de *Pinus elliottii* no estado de São Paulo, e concluiu que a vitalidade e desenvolvimento das plantas foram afetadas pelo grau de cobertura, concorrência da vegetação nativa e densidade da regeneração natural. Em povoamentos com área basal acima de 25 m<sup>2</sup>/ha as plantas se apresentaram com menor vitalidade e tamanho.

CAIN (1988b) observou que o controle de folhosas por produtos químicos ou por uma simples roçada antes do corte de regeneração melhora o crescimento em altura das plantas de *Pinus* regeneradas naturalmente. CAIN (1988c) estudou o controle da competição em um povoamento misto de *Pinus taeda* e *Pinus echinata* até o terceiro ano de regeneração. Concluiu que o controle de plantas herbáceas é mais eficiente no crescimento em altura das plantas regeneradas que o controle de plantas arbóreas. Este autor afirma ainda que este tipo de controle só é justificável quando a densidade e distribuição das plantas regeneradas não está no nível ótimo, como resultado de safras de sementes insuficientes.

De acordo com GEIER e HAYES (1994), o microambiente de uma área de corte raso difere consideravelmente de um microambiente em área de cobertura. Fica difícil de se determinar genericamente a influência da cobertura sobre a regeneração por que em determinados momentos ela pode ser benéfica e em outros pode ser prejudicial. Desta forma, em determinadas situações a cobertura pode melhorar a germinação e estabelecimento de plantas, por outro lado, pode impedir o crescimento destas plantas.

CARTER *et al.* (1984) pesquisou o efeito da competição na disponibilidade de água e nutrientes em *Pinus taeda*. Averiguaram que a eliminação total da vegetação competidora diminui significativamente o stress hídrico nas plantas regeneradas. Mas só a eliminação das plantas competidoras arbóreas geralmente não diminui o "stress" hídrico. Isto ocorreu possivelmente em função da abundância de plantas competidoras não arbóreas. Também foi verificado que os fatores edáficos influenciaram o grau de "stress" hídrico causado pela competição. Com relação ao estado nutricional, foi verificado que elevados níveis de competição diminuíram significativamente a disponibilidade de potássio, cálcio, magnésio e manganês em solos de textura média. A redução do stress hídrico com a redução da vegetação competidora foi mais clara e significativa que a redução da disponibilidade de nutrientes.

Na regeneração artificial de *Pinus taeda*, em geral, foi comprovado o aumento do crescimento com o controle de plantas competidoras tanto arbóreas como herbáceas. Porém a reação do crescimento à remoção de plantas herbáceas foi mais acentuada, comprovando que estas têm maior poder de competição no estágio inicial de desenvolvimento das plantas

regeneradas (BACON e ZADAKER, 1984; MILLER e ZUTTER, 1986; TIARKS e HAYWOOD, 1986).

## 2.9 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Os elementos mais importantes na avaliação da regeneração natural são a densidade e a distribuição das plantas. Isto porque a nova população deve ter um número suficiente de plantas por unidade de área, além de apresentar uniformidade na distribuição, de forma que, não se apresentem grandes áreas vazias. Em estágios mais desenvolvidos, geralmente a partir do segundo ano, avalia-se também o desenvolvimento e qualidade dos indivíduos (STEIN, 1974).

Conforme CAMPBELL e MANN (1973), o julgamento do sucesso da regeneração natural é feito por critérios que variam conforme a espécie, sítio e objetivos de manejo. Segundo MATNEY e HODGES (1991), os objetivos do manejo definem o tamanho máximo de aceitação de áreas sem plantas. Assim, quando se tem por objetivo a produção de madeira para serraria admite-se maiores áreas sem plantas que nas situações em que o objetivo de manejo é a celulose. No primeiro caso as árvores devem ter diâmetro maior na época do corte, e por isto, necessitam de maior espaço de crescimento. Para COZZO (1992), no estudo da regeneração natural deve-se, além de avaliar o crescimento e potencialidade da espécie madeireira, estudar o efeito da vegetação secundária no recobrimento do solo e proteção da vida silvestre.

A densidade, número de plantas por unidade de área, é o método de avaliação mais antigo que se conhece. Atualmente, praticamente toda pesquisa de regeneração natural contém dados sobre a densidade de plantas. Este tipo de avaliação apresenta resultados importantes, no entanto, é um método trabalhoso e que por si só não consegue avaliar satisfatoriamente as condições em que se encontra o processo regenerativo. O levantamento da densidade é feito através de parcelas que podem ser de forma quadrada, retangular ou circular. Muitos pesquisadores consideram as parcelas circulares como as de maior praticidade nos

levantamentos de campo. O tamanho das parcelas varia conforme as características do povoamento. Nos Estados Unidos, quando se tem povoamentos densos e uniformes, geralmente utilizam-se parcelas de um milésimo de acre ( $4,04 \text{ m}^2$ ) distribuídas sistematicamente, o que equivale ao espaço que uma árvore ocupa em plantios com espaçamento de  $2 \times 2 \text{ m}$  (WENGER e TROUSDELL, 1958; STEIN, 1974; MATNEY e HODGES, 1991).

Parcelas maiores são utilizadas quando se avalia a regeneração em estágio mais avançado, onde as densidades são pequenas ou em povoamentos mistos. Em alguns casos utilizam-se parcelas de até  $20 \text{ m}^2$  (BOYD e DEITSCHMAN, 1969; GEIER e HAYES, 1987; COZZO, 1988; MATNEY e HODGES, 1991). Alguns pesquisadores preferem utilizar parcelas grandes subdivididas em 2 a 4 sub-parcelas de menor tamanho (HAASE, 1986; COZZO, 1988).

SEITZ (1982) e BRASSIOLO (1988) utilizaram o diagrama de áreas vazias para determinar o tamanho das parcelas. Este método permite definir a área da parcela e a probabilidade de encontrar pelo menos uma planta dentro dela. Utilizam-se parcelas de tamanho tal que a probabilidade de encontrar plantas nelas seja elevada.

BOYER e WHITE (1989) recomendam que os levantamentos sejam feitos durante o inverno, época em que muita vegetação competidora fica queimada pelas geadas, o que permite melhor visualização das plantas regeneradas.

De acordo com SEITZ (1980), a distribuição da regeneração natural pode ser avaliada por métodos como: parcelas ocupadas, índice de agregação e o método das distâncias.

O método das parcelas ocupadas parte do princípio, de que se uma determinada área for dividida em pequenas áreas de tamanho tal que uma planta venha a ocupar esta área na maturidade, então a porcentagem de áreas ocupadas, independentemente do número de plantas por área, indica a proporção do terreno que vai ser utilizada pelas árvores (STEIN, 1974). MATNEY e HODGES (1991), afirmam que neste método, o tamanho da parcela a ser utilizado deve ser escolhido em função do número de plantas bem distribuídas que se pretende obter na época do corte. Conforme STEIN (1974), no método das parcelas ocupadas, existe o inconveniente de não se saber o modelo de distribuição das parcelas desocupadas sobre a área de estudo. Assim, se houver 50 % de parcelas vazias, estas podem estar distribuídas sobre toda

a área, ou concentradas em parte desta área. Para tanto, o autor recomenda mapear as parcelas desocupadas.

O índice de agregação, que é a razão entre a variância da população e a média de indivíduos por parcela, pode ser calculado quando se utiliza parcelas com áreas constantes e se faz o levantamento do número de indivíduos por parcela. Quando o índice for igual a 1 tem-se uma população distribuída ao acaso. A agregação é tanto maior quanto maior for o índice acima de 1. Este índice pode ser influenciado pela área da parcela, razão pela qual, não se recomenda este método quando a agregação é acentuada (DANIELS, 1978; SEITZ, 1980).

O método das distâncias tem por base a distância em que não se encontram plantas. Esta distância pode ser medida entre uma planta e sua vizinha mais próxima ou entre um ponto marcado sistematicamente e a planta mais próxima. No primeiro caso, as plantas devem ser numeradas e sorteadas ao acaso o que consome mais tempo (MATNEY & HODGES, 1991).

Conforme SEITZ (1980), o método das distâncias é prático e eficiente, pois com o auxílio do diagrama de áreas vazias pode-se obter facilmente o tamanho das áreas desocupadas e sua frequência, o que permite uma análise apurada sobre a distribuição das plantas.

De acordo com STEIN (1974), também pode-se estimar a densidade da regeneração natural baseado no método das distâncias. Quando a população é distribuída ao acaso, esta estimativa é aceitável. No entanto, quando a população é agregada, o que é mais comum na regeneração natural, ocorre tendenciosidade. Neste caso, deve-se aplicar fatores de ajuste, o que torna o trabalho mais complicado e com risco de menor precisão.

MAC LEOD e CHAUDHRY (1979) estudaram a aplicação do método das distâncias em um sistema de marcação dos 4 quadrantes em cada ponto. A seguir mediram a distância do ponto até a planta mais próxima de cada quadrante. Ao compararem este método com o das parcelas ocupadas, concluíram que o método das distâncias apresentou maior precisão. Isto significa que este método requer substancialmente menos amostras para um mesmo nível de precisão.

PAYANDEH (1970) fez uma comparação dos métodos mais utilizados na avaliação da distribuição a nível de precisão, sensibilidade e praticidade. Os melhores resultados foram



conseguidos para o método das parcelas ocupadas e das distâncias entre um ponto e a planta mais próxima, sendo que o segundo teve melhor desempenho. O método das distâncias entre uma planta e sua vizinha mais próxima não detectou os agrupamentos satisfatoriamente.

DANIELS (1978), utilizando o índice de agregação no estudo da distribuição das plantas jovens de *Pinus taeda* regeneradas naturalmente, detectou agregação em todos os métodos de regeneração. A agregação foi influenciada por fatores como variabilidade do microsítio, preparo do terreno e vegetação competidora.

Não existe consenso quanto ao nível satisfatório de densidade e áreas desocupadas que um povoamento regenerado naturalmente deve alcançar. Isto porque, cada povoamento apresenta características e objetivos próprios (WENGER e TROUSDELL, 1958). De acordo com WENGER e TROUSDELL (1958); CAMPBELL e MANN (1973), o nível mínimo crítico de aceitação de parcelas estocadas é 50 %. Com este nível baixo geralmente devem ser feitas operações de limpeza para liberar as plantas regeneradas da vegetação competidora. STEIN (1974) relata que no noroeste americano, quando houver 75 a 85 % de parcelas estocadas, considera-se que a área está satisfatoriamente repovoada.

Conforme BAKER (1991); BARNETT e BAKER (1991), um povoamento de *Pinus taeda* com regeneração natural satisfatória deve ter no mínimo 2.470 plantas/ha liberadas e bem distribuídas. CAIN e BARNETT (1990) relatam que na regeneração natural de *Pinus taeda* a densidade satisfatória fica entre 2.470 e 12.350 plantas/ha, conforme o sítio e o objetivo. De acordo com BOYD e WHITE (1989), para *Pinus palustris* no método de porta-sementes, a regeneração natural deve atingir pelo menos 14.820 plantas/ha com um ano de idade. Este número elevado deve existir devido as perdas de aproximadamente 50 % por ocasião da remoção das porta-sementes, mais algumas perdas posteriores por doenças, competição e secas prolongadas. Após a remoção das porta-sementes, o número de parcelas estocadas deve ser de pelo menos 75 %.

Para avaliar o desenvolvimento das plantas na regeneração natural são utilizados parâmetros morfológicos como: altura, diâmetro médio ao nível do solo, diâmetro médio na metade da altura, peso e número de galhos (WENGER e TROUSDELL, 1958; HU, 1982;

COZZO, 1988; BOYER e WHITE, 1989). WAHLENBERG (1948) enfatiza a importância da medição dos parâmetros morfológicos da planta maior por parcela, já que esta se sobressai as demais desde o início do processo regenerativo e possivelmente vai atingir a rotação final dominando muitas de suas vizinhas. Conforme SEITZ (1982); MC CAUGHEY (1991), na avaliação da regeneração natural é importante considerar a estrutura etária e hipsométrica.

A qualidade ou vigor das plantas regeneradas também são avaliadas muitas vezes. BRASSIOLO (1988) avaliou a vitalidade da regeneração natural de *Pinus elliottii* definindo classes em função do fenótipo da planta. Este autor observou ainda que a relação altura/diâmetro condiz com as observações fenotípicas de qualidade das plantas, mostrando-se uma variável potencial na avaliação da vitalidade. CARNEIRO (1985) relata que a relação altura/diâmetro é um dos melhores parâmetros na classificação da qualidade das mudas, visto que representa o equilíbrio do desenvolvimento da parte aérea.

Na avaliação da vegetação baixa são feitos levantamentos de parâmetros como: grau de cobertura, volume e peso. O grau de cobertura tem muitas vezes relação com outras variáveis, como por exemplo o valor da dominância, sendo portanto, um dos parâmetros mais importantes (BLANQUET, 1979).

Na regeneração natural, a avaliação da vegetação competidora geralmente é feita pelo levantamento do grau de cobertura, principalmente quando a dominância é de plantas herbáceas. Utilizam-se geralmente as mesmas parcelas onde se faz a contagem das plantas regeneradas, nas quais se faz uma estimativa ocular a nível mais próximo de 5 a 10 % de cobertura (GEIER e HAYES, 1987; CAIN, 1988b; CAIN, 1988c).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL DO ESTUDO

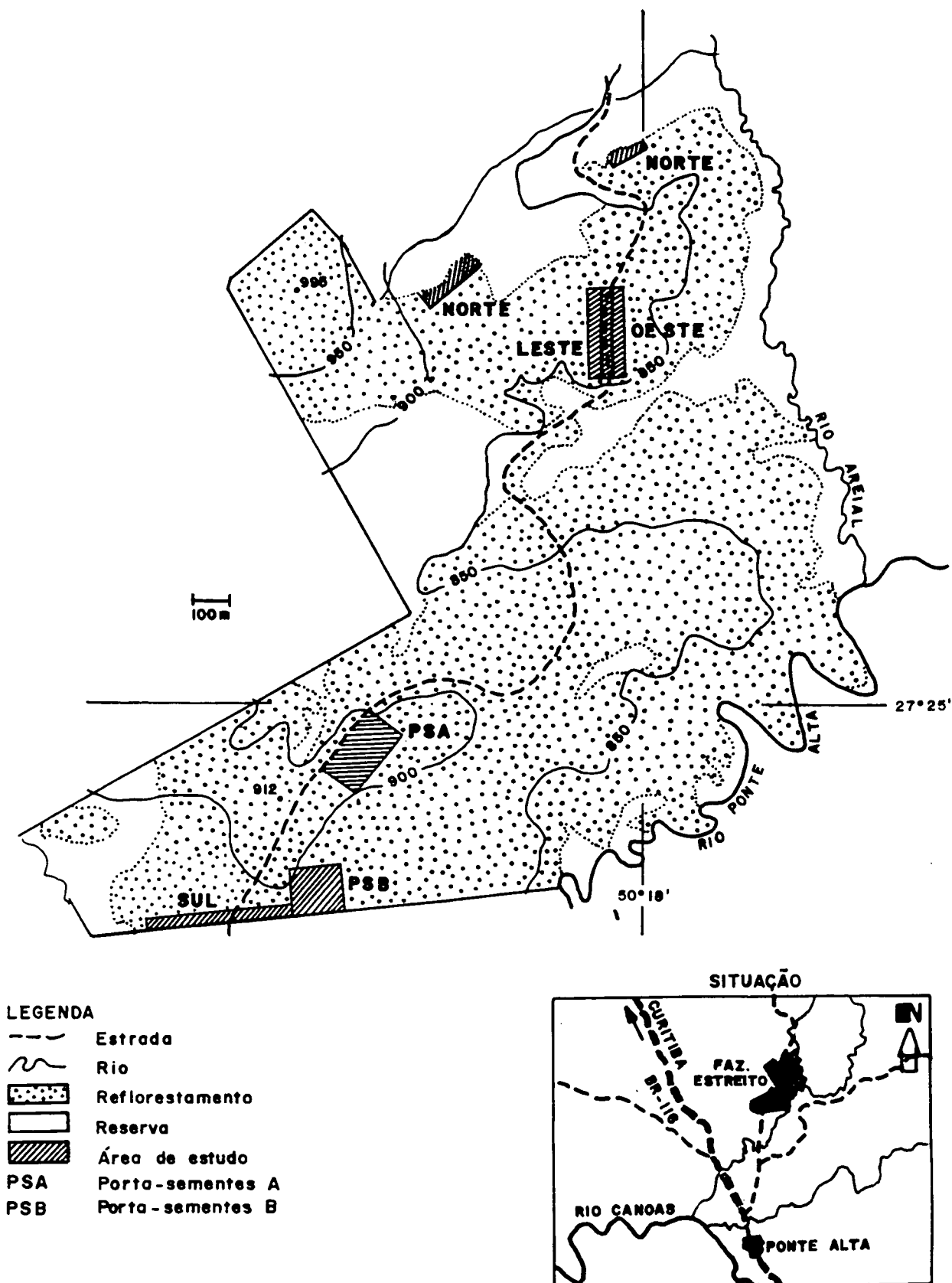
Esta pesquisa foi desenvolvida na Fazenda do Estreito em um reflorestamento com povoamentos de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* distintos, cuja área total é de 222 ha, de propriedade da Reflorestadora Guamirim-Gateados, localizado no município de Ponte Alta, micro-região de Lages, estado de Santa Catarina, a 9 Km da sede municipal. Suas coordenadas geográficas são 27°25' de latitude sul e 50°18' de longitude oeste de Greenwich. A altitude do local varia de 835 m a 995 m, apresentando relevo ondulado.

Segundo a classificação de Koeppen, o clima da região é do tipo Cfb, isto é, temperado úmido, com verão fresco, sem estação seca e geadas severas no inverno. De acordo com IEDE *et al.* (1980) a precipitação média anual na região é de 1300 a 1400 mm, com 130 a 140 dias de chuva por ano, a temperatura média anual se situa entre 16°C e 17°C, a temperatura máxima anual entre 21°C e 22°C e a temperatura mínima anual entre 11°C e 12°C, com uma umidade relativa do ar entre 78% e 79%.

#### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

O experimento foi desenvolvido em 6 áreas distintas, sendo que em 4 delas foi aplicado o método de corte em faixas, e em 2 o método de porta-sementes. Pretendia-se instalar todas as áreas em povoamentos de *Pinus taeda*, mas devido a situação destes não foi possível localizar a área leste, razão pela qual, somente esta área foi instalada em um povoamento de *Pinus elliottii* (FIGURA 1). No método de corte em faixas, cada área representa uma exposição, ou seja, norte, sul, leste e oeste. Na escolha de cada área tentou-se representar da melhor forma possível a exposição com o comprimento de faixa que o delineamento exigia. A bordadura de

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO



cada faixa, que fica na direção oposta à exposição, teve papel importante no fornecimento de sementes e no sombreamento da faixa. Optou-se por uma largura das faixas de 30 m, por se considerar esta como satisfatória para o manejo, ou seja, não seriam abertas grandes clareiras e a faixa toda estaria susceptível a uma boa disseminação de sementes, desde que houvessem ventos favoráveis à sua direção.

As duas áreas em que se aplicou o método de porta-sementes foram escolhidas, de forma que, cada área tivesse condições de sítio homogêneas. A primeira área foi preparada na mesma época das áreas do sistema de corte em faixas e recebeu a denominação de porta-sementes A. A segunda área foi preparada no ano seguinte, na qual também se testou a predação de sementes, e recebeu a denominação de porta-sementes B.

A área original onde se localiza o povoamento encontrava-se recoberta por mata secundária. O espaçamento de plantio foi 2 m x 2 m. Até a instalação do experimento foram realizados 5 desbastes, apenas a área porta-sementes A tinha sofrido 4 desbastes na época da intervenção. A maior parte dos desbastes foi realizada em intervalos de 3 anos. Em função deste número de desbastes o povoamento recebeu considerável iluminação interna nos últimos anos, o que permitiu boa decomposição da camada de agículas e surgimento de vegetação espontânea no piso florestal.

Antes da intervenção foram realizados levantamentos dendrométricos nas áreas de estudo, cujos resultados estão apresentados na TABELA 1. Para as áreas do método porta-sementes tem-se médias dendrométricas antes e após a intervenção (árvores porta-sementes).

No centro de cada parcela foi retirada uma amostra de solo da camada superficial (até 20 cm), excluindo-se o horizonte H, com as quais foram feitas amostras compostas por bloco. Estas por sua vez, foram analisadas no laboratório do Departamento de Solos do Setor de Ciências Agrárias da UFPR, e os resultados estão apresentados na TABELA 2. Pode-se verificar que o solo em todas as áreas se caracteriza por sua baixa fertilidade natural, baixa CTC, baixa saturação de bases e altos teores de alumínio trocável, classificando-o como álico. Quanto à textura, classifica-se como média (EMBRAPA, 1979) ou franco-arenosa (LE MOS e SANTOS, 1984).

Os povoamentos onde se localiza a pesquisa estão em áreas de cambissolos húmicos e também solos litólicos húmicos, com pequenas a médias profundidades.

**TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS DAS ÁREAS DE ESTUDO EM MARÇO DE 1993.**

ÁREA DE ESTUDO	IDADE (ANOS)	ÁRVORES POR HA	ALTURA MÉDIA (M)	DIÂMETRO MÉDIO (CM)	ÁREA BASAL (M <sup>2</sup> )	VOLUME POR HA (M <sup>3</sup> )
NORTE	21	262	27,5	38,8	31,7	435,2
SUL	23	308	27,5	37,8	37,6	516,6
LESTE	21	275	25,1	35,0	26,9	337,6
OESTE	21	293	27,4	39,0	35,4	485,0
PSA (ORIG)	23	350	28,2	37,2	39,0	550,0
PSA (REM)	23	116	28,3	39,5	14,4	202,4
PSB (ORIG)	23	252	29,6	40,9	34,4	509,7
PSB (REM)	23	83	29,7	44,4	13,2	195,2

PSA (ORIG) = porta-sementes A antes da intervenção; PSA (REM) = porta-sementes A após intervenção  
 PSB (ORIG) = porta-sementes B antes da intervenção; PSB (REM) = porta-sementes B após intervenção

### 3.3 INTERVENÇÃO NO POVOAMENTO ADULTO

Feita a delimitação das áreas, os levantamentos dendrométricos e o levantamento da vegetação baixa, procedeu-se a execução dos cortes em fevereiro de 1993. Estes foram executados pela empreiteira da empresa e supervisionados pelo pesquisador. O sistema do corte de regeneração consistiu na derrubada das árvores com moto-serra, desgalhamento e traçamento no local. O arraste foi feito por animais até os caminhos florestais, onde as toras foram carregadas manualmente em caminhões. Apenas nas áreas mais inclinadas foi feito o guinchamento dos fustes com trator de pneus. Orientou-se a derrubada para que a queda das árvores ocorresse sempre na mesma direção, de forma a não ocorrer acúmulo de resíduos em

TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO SOLO NAS ÁREAS DE ESTUDO

ÁREA	%	%	%	ppm	ppm	pH	meq/100 cm <sup>3</sup> de solo					ppm	%	%	%
	AREIA	SILTE	ARG	Cu	Zn	CaCl	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Ca+Mg	K <sup>+</sup>	T	P	C	m	V
NORTE	77,3	7,3	15,4	0,50	0,53	4,2	2,5	9,5	1,00	0,10	10,6	2,3	1,9	70,6	10,2
SUL	72,7	10,0	17,3	0,53	0,30	4,2	2,7	9,8	0,57	0,07	10,4	3,7	2,5	80,9	6,2
LESTE	77,3	8,0	14,7	0,63	0,47	4,3	3,0	10,0	0,53	0,13	10,6	4,3	2,0	81,6	6,3
OESTE	73,3	10,0	16,7	0,50	0,47	4,2	3,3	10,4	0,60	0,13	11,1	4,0	2,1	82,0	6,5
PSA	72,7	10,0	17,3	0,70	1,00	4,3	2,6	9,5	1,00	0,09	10,6	3,0	2,3	70,7	10,3
PSB	76,0	8,7	15,3	0,90	0,53	4,1	2,9	10,7	0,53	0,08	11,3	2,3	2,6	82,7	5,4

PSA = porta-sementes A; PSB = porta-sementes B; ARG = argila; T = capacidade de troca catiônica; m = saturação de alumínio; V = saturação de bases

determinadas áreas. Nas áreas de porta-sementes procurou-se além disto, evitar queda de árvores sobre as porta-sementes para que estas não fossem feridas ou desgalhadas.

A intervenção na área porta-sementes B foi realizada por outro processo. Nesta, procedeu-se a derrubada com moto-serra e desgalhamento no próprio local, guinchamento dos fustes com trator de pneus até os caminhos florestais, onde se fez o traçamento. A seguir, a madeira foi baldeada com carreta puxada por trator até a estrada principal, de onde foi retirada por caminhões. O objetivo deste sistema de corte de regeneração foi reduzir a compactação dentro do povoamento, por outro lado, é um sistema que apresenta maiores custos.

### 3.4 TÉCNICAS DE PREPARO DO TERRENO

Além das 6 áreas de estudo onde se aplicou os 2 métodos silviculturais, foram testadas 4 técnicas de preparo do terreno em cada área, com exceção da área porta-sementes B onde foram aplicadas apenas 3 técnicas ( item 3.8 ). Os tratamentos de preparo do terreno foram os seguintes: enleiramento (E); gradagem (G); retirada da lenha (L) e queima (Q).

O enleiramento consistiu do ajuntamento manual de todos os galhos das árvores cortadas, em linhas junto às bordaduras das parcelas. Esta operação foi realizada em março e abril de 1993.

A gradagem compreendeu uma única passagem de grade aradora pesada equipada com levante hidráulico, o que ajudou no desvio dos maiores tocos. Antes da passagem da grade os maiores galhos (até 3 cm de diâmetro) resultantes da intervenção foram enleirados da forma anteriormente descrita. A gradagem foi realizada em abril de 1993.

A retirada da lenha consistiu no seccionamento dos galhos remanescentes do corte de regeneração em comprimentos de aproximadamente 1 m. Estes foram então retirados das parcelas e empilhados junto a sua bordadura. Nesta técnica, realizada em março e abril de 1993, foram retirados todos os galhos acima de 3 cm de diâmetro.

Para realizar a queima foram previamente feitos aceiros ao redor das parcelas. A queima, sempre que possível, foi feita contra o vento e no mínimo uma semana após a última chuva com



a finalidade de reduzir maior quantidade de biomassa. O fogo foi aplicado 2 meses após o corte de regeneração, razão pela qual pouco material lenhoso acima de 5 cm de diâmetro foi queimado. No entanto, o material grosso remanescente não prejudica o estabelecimento de plantas. Todas as queimas foram realizadas antes do início da queda de sementes (meados de maio).

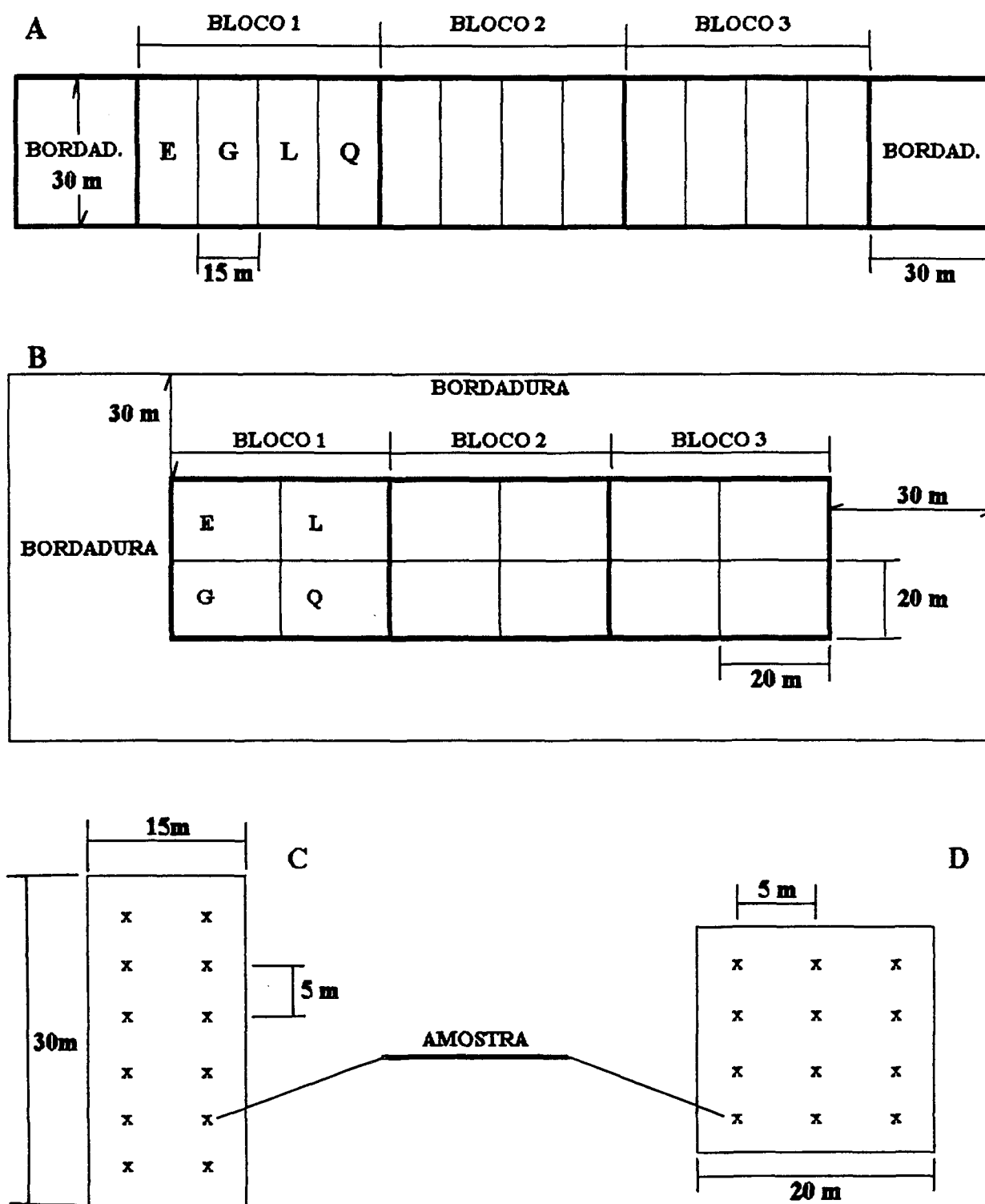
### 3.5 CONTROLE DE FORMIGAS

As formigas cortadeiras foram encontradas em abundância nas áreas de estudo e suas proximidades. Foram observadas em áreas vizinhas, danos consideráveis à regeneração natural espontânea. Por este motivo, o controle de formigas teve início durante as operações de preparo do solo. Durante os 2 anos de avaliação do experimento foram feitas vistorias quinzenais em todas as áreas de estudo. Todos os formigueiros avistados foram eliminados com formicida em pó. Além disto, foram distribuídas sistematicamente porta-isca contendo formicida granulado em todas as parcelas. Sempre que se observava alguma planta cortada por formigas, colocava-se um porta-isca no local, inclusive nas áreas vizinhas às parcelas.

### 3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Em cada uma das 6 áreas de estudo foi aplicado o delineamento blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 3 repetições. As parcelas das áreas de cortes em faixa tiveram as dimensões de 30 x 15 m, sendo 30 m no sentido perpendicular à bordadura do povoamento remanescente, o que representa a largura das faixas. Cada faixa apresentou uma bordadura de 30m nas duas extremidades. As parcelas do método de porta-sementes tiveram dimensões de 20 x 20 m com uma bordadura de 30 m ao redor de toda a área (FIGURA 2). A distribuição dos tratamentos nos blocos, foi feita seguindo-se os critérios de aleatorização. Os levantamentos dos dados foi feito em amostras circulares. Em cada parcela foram marcados sistematicamente sobre 2 linhas

FIGURA 2 - ESQUEMA DO DELINEAMENTO EXPERIMENTAL



E, G, L, Q = técnicas de preparo do solo    A = área do método de corte em faixas    B = área do método de porta-sementes    C = parcela com amostras do método de corte em faixas    D = parcela com amostras do método porta-sementes.

paralelas ( método de corte em faixas ), ou 3 linhas paralelas ( método de porta-sementes), 12 pontos equidistantes em 5 m, os quais correspondem ao centro das amostras (FIGURA 2).

O tamanho das amostras foi definido por ocasião do primeiro levantamento, através do diagrama de áreas vazias (item 3.10). Em cada área de estudo foram adotadas amostras de dimensões tais que, permitissem no máximo 5 % de probabilidade de que estas estivessem vazias. Desta forma, foram utilizadas amostras de 1 m<sup>2</sup> na área porta-sementes A; 2 m<sup>2</sup> na área porta-sementes B (item 3.8); 3 m<sup>2</sup> nas áreas sul, leste e oeste e 10 m<sup>2</sup> na área norte. Nesta última, devido a existência de grandes áreas vazias, permitiu-se uma probabilidade de 15 % de ocorrência de amostras vazias.

Mesmo com número de plantas nos levantamentos subsequentes superior ao primeiro, manteve-se a mesma área das amostras em todos os levantamentos.

### 3.7 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE SEMENTES

Como foi descrito na revisão de literatura, o suprimento de sementes é essencial no processo da regeneração. Para tanto, a produção de sementes da safra de 1993 e 1994, foi estimada pelo método recomendado por WENGER (1953) e KROKER (1971). Este método consiste na contagem dos cones do ano, na árvore em pé com o auxílio de um binóculo. Esta contagem foi sempre feita pela mesma pessoa, a qual se posicionava de frente para a árvore e contava todos os cones visíveis, a seguir, mudava a posição na direção oposta à anterior (180°) e contava os cones do outro lado da árvore. A contagem foi realizada no mês de março, quando os cones do ano ainda tinham coloração verde, o que os distinguia dos cones das safras anteriores.

A esta contagem aplicou-se um fator de correção, que é a relação entre o número real de cones contados na árvore derrubada e o número de cones contados na árvore em pé. Para se obter este fator foi feita a contagem em 30 árvores derrubadas e 30 em pé, em cada uma das 3 seguintes situações: *Pinus taeda* povoamento fechado; *Pinus elliottii* povoamento fechado e *Pinus taeda* povoamento aberto (recém-desbastado).

Para se chegar ao número de sementes, foi estimado o número de sementes por cone. Para tanto, foram coletados 50 cones maduros em 10 árvores de cada espécie, cortadas em diversas áreas. A coleta dos cones foi feita aleatoriamente em todas as posições das copas.

A viabilidade das sementes foi obtida através de testes de germinação em laboratório. Foram empregados os seguintes tratamentos pré-germinativos para cada uma das duas espécies:

- 24 horas de imersão em água a 5°C, mais uma semana umedecidas na câmara fria a 5°C;
- 24 horas de imersão em água a 5°C, mais duas semanas umedecidas na câmara fria a 5°C;
- 24 horas de imersão em água a 5°C, mais três semanas umedecidas na câmara fria a 5°C;
- testemunha.

A germinação foi realizada em placas gerbox com substrato papel em germinador à temperatura de 25°C. Para cada teste foram utilizadas 4 repetições com 100 sementes cada e a contagem final ocorreu aos 28 dias.

### 3.8 ESTUDO DA PREDACÃO DE SEMENTES

Algumas observações no decorrer da instalação do experimento e do primeiro ano de regeneração mostraram fortes indícios de elevada predação de sementes principalmente por pássaros. Em função deste fato, e para que se tivesse um conhecimento mais completo do processo regenerativo na região, decidiu-se por instalar um experimento suplementar no início de 1994, que avaliasse a predação de sementes. Como no experimento inicial foi estabelecida apenas uma área de porta-sementes, decidiu-se aplicar o experimento de predação em uma área de porta-sementes que tivesse um número menor de árvores porta-sementes que a primeira área, para que também se pudesse comparar as duas áreas, apesar dos anos diferentes de instalação.

Procurou-se neste experimento manter a mesma sequência do experimento inicial. Desta forma, foram aplicados as mesmas técnicas de preparo do terreno, com exceção da retirada da

lenha, por ser julgado como de pouco sucesso inicial e de poucas perspectivas de utilização na região.

Em cada parcela foram marcadas 12 amostras, só que desta vez, 6 delas ficaram livres e as outras 6 foram protegidas da predação. O tamanho das amostras foi de 2 m<sup>2</sup>, ou seja, um tamanho intermediário entre a área porta-sementes A (1 m<sup>2</sup>), que continha maior número de árvores porta-sementes e as áreas de corte em faixas (3 m<sup>2</sup>).

A proteção das amostras foi feita pela cobertura com tela de arame de malha meia polegada (1,27 cm). Esta tela foi colocada sobre uma base de varas com cerca de 20 cm de altura e presa ao solo nas extremidades para que não houvesse acesso de predadores ao seu interior. A cobertura das amostras foi feita logo após o preparo do terreno (abril de 1994) e retirada quando as plantas começaram a alcançar a tela (março de 1995).

### 3.9 AVALIAÇÕES REALIZADAS NAS PARCELAS EXPERIMENTAIS

O experimento foi avaliado durante um período de 2 anos, em que se fez 4 levantamentos de dados. Estes levantamentos foram realizados na primavera (outubro/novembro) de 1993, outono (abril/maio) e primavera (outubro/novembro) de 1994 e outono (abril/maio) de 1995. No terceiro e quarto levantamento, as plantas foram separadas por safra de sementes, pois neste caso, foi possível saber quanto cada safra contribuiu para o processo da regeneração.

A densidade das plantas foi avaliada em todos os levantamentos pela contagem do número de plantas nas amostras. Da mesma forma, foram levantados dados da distribuição das plantas. Neste caso, além dos 12 pontos marcados sistematicamente por parcela (item 3.6), foram marcados mais 12 pontos entre os anteriores. Neste total de 24 pontos foi medida a distância entre eles e a planta mais próxima.

Na avaliação dos parâmetros morfológicos foram medidas a altura de todas as plantas nas amostras e o diâmetro a 10 cm do nível do solo da planta mais alta de cada parcela. A altura das plantas oriundas da primeira safra de sementes foi medida nos 3 últimos levantamentos, e da segunda safra somente no último. Isto porque, 6 meses após a maturação das sementes,

muitas delas ainda estavam germinando ou por germinar. O diâmetro da planta mais alta, oriunda da primeira safra de sementes foi medida nos 2 últimos levantamentos. O diâmetro não foi medido em plantas com um ano de idade devido suas pequenas dimensões, sem maior diferenciação. Com estes dados também foram analisadas as alturas da maior planta por amostra e a relação altura/diâmetro destas.

A avaliação da vegetação competidora foi realizado em 2 situações: antes da intervenção e durante o processo de regeneração, em cada um dos 4 levantamentos semestrais. No primeiro caso foi levantado 10 % da área das parcelas em amostras de 1 m<sup>2</sup> dispostas em cruz, conforme recomendação de BLANQUET (1979). Durante o processo da regeneração, os levantamentos foram feitos em todas as amostras de avaliação da regeneração natural. Estes levantamentos se constituíram da avaliação da superfície do solo coberta pelas espécies ou grupos de espécies em intervalos de 5 % de cobertura.

Das espécies de vegetação que se faziam presentes com certa constância nas áreas de estudo foi coletado material botânico que foi herborizado e registrado no Laboratório de Dendrologia do Departamento de Silvicultura e Manejo do Setor de Ciências Agrárias da UFPR. A identificação deste material foi feita no Museu Botânico Municipal da Prefeitura de Curitiba.

### 3.10 ANÁLISE DOS DADOS

O número de plantas estabelecidas e os parâmetros morfológicos destas plantas foram analisados separadamente. As plantas estabelecidas foram analisadas em termos de densidade e distribuição, já que ambos são essenciais na avaliação da regeneração natural.

Para avaliar a densidade utilizou-se a análise de variância, aplicando-se o teste de "F" ao nível de 5 % de probabilidade. A este nível, também foram comparadas as médias dos tratamentos pelo teste de Newman & Keuls. Os dados foram transformados logaritmicamente para normalizar a distribuição e homogeneizar a variância, conforme recomendação de STEEL

e TORRIE (1960). As análises estatísticas das variáveis morfológicas foram realizadas da mesma forma, neste caso, não foi feita a transformação de dados.

A distribuição das plantas foi analisada através do diagrama de áreas vazias. Estes foram construídos a partir das distâncias entre os 24 pontos marcados sistematicamente por parcela e a respectiva planta mais próxima. Nos diagramas foram obtidas as áreas vazias e suas frequências. Desta forma, foi possível saber qual a probabilidade de encontrar determinado tamanho de área vazia. Assim, construíram-se tabelas que mostram quais as probabilidades de se encontrar áreas vazias de 2 e 4 m<sup>2</sup>. Aos diagramas foram incorporadas retas teste que representam populações distribuídas ao acaso com densidades conhecidas. Desta forma, pode-se fazer uma interpretação comparativa, entre a curva da população em estudo e as retas teste. Nas áreas de corte em faixas, os diagramas foram construídos separadamente em cada tratamento do terreno nos primeiros 15 metros distantes da bordadura e nos 15 metros seguintes. Isto porque, a disseminação de sementes foi menor nos 15 metros mais distantes da bordadura proporcionando áreas vazias maiores.

Nas áreas de corte em faixas, foi utilizada a análise de regressão para verificar o comportamento da densidade das plantas em função da distância da bordadura. Foram testadas várias equações com formas coerentes ao comportamento dos dados. A seleção do melhor modelo recaiu sobre a equação que apresentou conjuntamente o menor erro padrão da estimativa em porcentagem ( $S_{yx}$  %) e o maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ), porém sem apresentar tendenciosidade na distribuição dos resíduos. Nas equações em que a variável dependente sofreu transformação logarítmica, o erro padrão da estimativa em porcentagem foi calculado pelo "Índice de Meyer" (MEYER, 1938).

Na avaliação da influência da vegetação competidora sobre o número de plantas estabelecidas foi utilizada a análise de agrupamento pelo método aglomerativo hierárquico. Nesta análise utilizou-se a distância euclidiana como medida de similaridade. A escolha do método de ligação foi feita de acordo com JOHNSON e WICHERN (1982) que recomenda o teste de vários métodos com alguns dados a utilizar, para que se observe em qual método existe melhor coerência de agrupamento. Assim, o método de ligação que melhor agrupou os dados

foi o das médias ponderadas. Também conforme sugestões destes autores, foi feito o teste de estabilidade do sistema, através de alterações de determinados dados e posterior verificação de sua distinção no novo dendrograma.

A primeira tentativa de corte do dendrograma foi feita onde as distâncias entre os grupos começaram a incrementar consideravelmente. A seguir analisava-se a vegetação dos grupos e quando necessário movia-se o corte para maiores distâncias de ligação, quando existiam grupos semelhantes, ou para menores distâncias de ligação, quando ainda existia a possibilidade de detectar grupos distintos.

Foi feito um dendrograma para cada área de estudo, no qual foram incluídas todas as amostras. Toda vez que uma única amostra formava um grupo, ela era eliminada por considerar-se como de pouca representatividade, e o dendrograma era refeito sem ela.

A partir do dendrograma foram computadas as médias da porcentagem de cobertura dos tipos de vegetação competitiva e do número de plantas estabelecidas em cada grupo de amostras. Estas médias foram então comparadas com a média geral da área em análise.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE SEMENTES NAS ÁREAS DE ESTUDO

Para estimar a produção de sementes foram determinados alguns elementos conforme metodologia descrita no item 3.7. O coeficiente de correção na contagem de cones para *Pinus taeda* em povoamentos padrão, antes de qualquer intervenção, foi 3,17 o qual foi aplicado nas áreas de corte em faixas. Nesta mesma situação o coeficiente para *Pinus elliottii* foi 2,98. No povoamento de *Pinus elliottii* tinha-se uma visão melhor de todos os galhos da copa devido sua menor densidade, os cones eram maiores, mas as acículas mais longas.

Para *Pinus taeda*, também foi determinado um coeficiente em áreas recém-desbastadas, com um número menor de árvores onde foi possível visualizar melhor as copas. Este coeficiente, que teve o valor 2,75, foi aplicado nas áreas porta-sementes.

Os valores altos dos coeficientes de correção devem-se a má visualização do topo das copas das árvores, região onde existe maior concentração de cones. Em árvores com elevada frutificação os cones se apresentam muitas vezes em pencas verticiladas com até 8 cones por verticilo, enquanto do piso florestal observa-se apenas 2 a 4 cones por verticilo o que também contribui para um coeficiente elevado.

WENGER (1953), observou em um experimento com *Pinus taeda*, coeficientes que vão de 1,3 a 3,0 conforme o observador e o ano de observação.

O número médio de sementes por cone obtidos em *Pinus taeda* foi 147 e em *Pinus elliottii* 86. Em *Pinus elliottii* foram encontrados indícios de muitas sementes não desenvolvidas. BONNER (1991), relata que nos Estados Unidos em povoamentos naturais, um cone de *Pinus taeda* contém em média 36 sementes e um cone de *Pinus elliottii* 68 sementes, números consideravelmente menores que os da presente pesquisa, principalmente para *Pinus taeda*.

A germinação média obtida em laboratório para sementes de *Pinus taeda*, coletadas nas áreas de estudo foi 75% e para *Pinus elliottii* 88%, com os melhores tratamentos pré-germinativos, os quais foram respectivamente; 24 horas de imersão em água à 5°C, mais duas semanas umedecidas na câmara fria a 5°C e 24 horas de imersão em água à 5°C, mais uma semana umedecidas na câmara fria a 5°C. JANKOVSKI (1985), obteve valor semelhante na germinação de sementes coletadas em área de regeneração natural de *Pinus taeda*, ou seja, 76%.

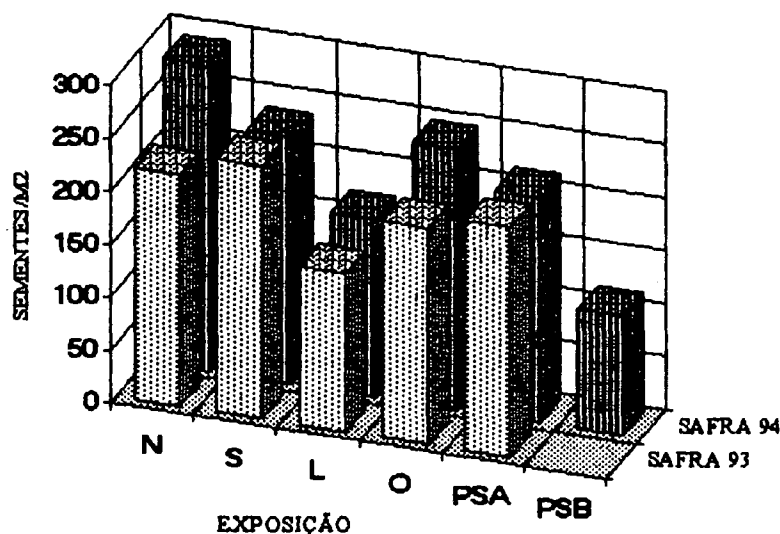
Conhecidos estes elementos foi estimada a produção de sementes nas áreas de estudo. A diferença entre as médias do número de sementes produzidas nas seis áreas do experimento não foi significativa estatisticamente ao nível de 95% de probabilidade. Da mesma forma, não foi significativa a diferença entre as médias do número de sementes produzidas nas safras de 1993 e 1994 em cada área.

Na FIGURA 3 observa-se que a produção de sementes viáveis nas exposições norte, sul, oeste e na área porta-sementes A foram semelhantes, apenas a exposição leste e a área porta-sementes B apresentam menor produção de sementes.

Na área leste o menor número de sementes produzidas deve ser decorrente da predominância de árvores de *Pinus elliottii* que se diferencia do *Pinus taeda* tanto na produção de sementes como no desenvolvimento das árvores. Esta área apresenta 26,9 m<sup>2</sup>/ha de área basal, valor bastante inferior às demais áreas (TABELA 1). A menor produção de sementes na área porta-sementes B se justifica pelo fato de permanecerem apenas 83 árvores por hectare.

No Brasil a periodicidade anual da produção de sementes é pouco conhecida. GARRIDO *et al.* (1980) observaram em pomares jovens de *Pinus elliottii* (8 a 15 anos de idade) no estado de São Paulo, produção de 15 a 222 sementes por m<sup>2</sup>. Produção que não difere muito da presente pesquisa considerando sua idade. Já para *Pinus taeda*, JANKOVSKI (1984), observou uma produção maior de sementes na região de Curitiba, 526 sementes viáveis por m<sup>2</sup>, porém junto a bordadura, onde a produção é maior que no interior do povoamento.

FIGURA 3 - NÚMERO DE SEMENTES VIÁVEIS PRODUZIDAS POR M<sup>2</sup> NAS ÁREAS DE ESTUDO POR SAFRA



N = norte; S = sul; L = leste; O = oeste; PSA = porta-sementes A; PSB = porta-sementes B

Nos sudeste dos Estados Unidos, região de origem do *Pinus taeda*, a produção de sementes parece ser menor. WENGER e TROUSDELL (1958), em 8 anos de observação, registraram uma produção de 12 a 198 sementes por m<sup>2</sup>, sendo que estes autores consideram este último número uma produção excepcional.

Tomando-se estas considerações, pode-se afirmar que a produção alcançada de 112 a 289 sementes por m<sup>2</sup> (FIGURA 3) foi elevada, possivelmente 1993 e 1994 foram anos de boas safras de sementes. Vale afirmar ainda, que a produção de sementes alcançada por si só, é suficiente para uma regeneração natural eficiente.

#### 4.2 NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS

O número de plantas estabelecidas constitui-se em um dos elementos mais importantes na avaliação da regeneração natural. No presente trabalho o número de plantas foi analisado conforme as possibilidades oferecidas pelo experimento. Como os levantamentos foram

realizados semestralmente durante os dois primeiros anos após intervenção, analisou-se a evolução do número de plantas neste período. As plantas provieram de duas safras de sementes; a de 1993 e a de 1994. Cada uma foi analisada separadamente e ao final do segundo ano em conjunto. Foram feitas ainda, comparações entre as plantas oriundas das duas safras de sementes. Ao final do segundo ano de regeneração, também foi analisado o número de plantas com um determinado padrão de altura (60 cm). Na sequência foram feitas análises com relação à predação de sementes e ao número de plantas estabelecidas em função da distância da bordadura. Cada uma destas análises será apresentada separadamente.

#### 4.2.1 Evolução do número de plantas estabelecidas durante os dois primeiros anos de regeneração

A evolução do número de plantas estabelecidas foi analisada em função das técnicas de preparo do terreno e das áreas de estudo, ou seja, exposições e métodos de regeneração natural.

##### 4.2.1.1 Influência das técnicas de preparo do terreno sobre o número de plantas estabelecidas

No estabelecimento de plantas oriundas da primeira safra de sementes houve diferença estatística significativa entre os tratamentos da gradagem e da queima, com exceção do levantamento realizado na primavera de 1993. Os tratamentos da gradagem, enleiramento e retirada da lenha foram estatisticamente semelhantes, da mesma forma, foram semelhantes os tratamentos do enleiramento, retirada da lenha e queima. Já no estabelecimento de plantas oriundas da segunda safra de sementes, todos os tratamentos foram estatisticamente semelhantes (TABELA 3).

As diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos do terreno não foram muito acentuadas devido as variações entre as repetições. A exposição norte, por exemplo,

apresentou em média, um número de plantas estabelecidas com a primeira safra de sementes 25 vezes menor que a área porta-sementes A, e 8 vezes menor que a exposição sul.

A gradagem foi a melhor técnica de preparo do terreno. Desde o início da germinação, 6 meses após intervenção, até o final do segundo ano de regeneração, o número de plantas estabelecidas ( $18,8/m^2$ ) com as duas safras de sementes (1993 e 1994), foi maior neste tratamento. O enleiramento também se apresentou como uma técnica eficiente, embora com um número de plantas ( $11,9/m^2$ ) inferior ao tratamento da gradagem. A técnica da retirada da lenha teve um número de plantas estabelecidas com a primeira safra de sementes inferior aos locais de gradagem e enleiramento e pouco superior à queima. Já o número de plantas estabelecidas com a segunda safra de sementes foi, neste tratamento, inferior a todos os demais, inclusive o da queima (TABELA 3). Portanto, nos 4 levantamentos a tendência do número de plantas estabelecidas, tanto da primeira como da segunda safra, foi sempre a mesma. A única inversão ocorreu com relação ao número de plantas da segunda safra nos tratamentos da retirada da lenha e da queima.

TABELA 3 - EFEITO DAS TÉCNICAS DE PREPARO DO TERRENO SOBRE O NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS POR  $M^2$ .

		E	G	L	Q
1ª SAFRA	PRIM.93	5,4 a	7,3 a	3,9 a	3,2 a
	OUT.94	6,3 ab	10,2 a	4,2 ab	3,7 b
	PRIM.94	6,6 ab	10,9 a	4,5 ab	3,9 b
	OUT.95	6,3 ab	10,1 a	4,2 ab	3,6 b
2ª SAFRA	PRIM.94	4,1 a	6,5 a	2,6 a	3,2 a
	OUT.95	5,6 a	8,7 a	3,6 a	4,7 a

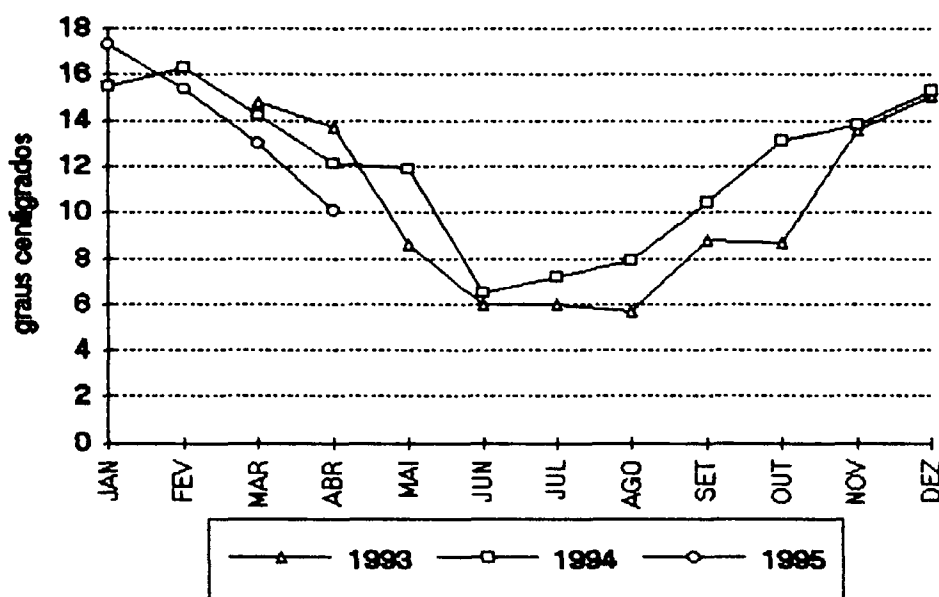
Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5% de probabilidade.

E= Enleiramento; G= Gradagem; L= Retirada da Lenha; Q= Queima; PRIM.93= Primavera de 1993; OUT.94= outono de 1994; PRIM. 94= Primavera de 1994; OUT.95= Outono de 1995.

Considerando-se as plantas oriundas da primeira safra de sementes, o primeiro levantamento teve um número de plantas inferior aos demais. Os 3 levantamentos subsequentes tiveram um número de plantas praticamente iguais em todos os tratamentos. Isto significa que no segundo ano de regeneração (out.94 a out.95), praticamente não houve mortalidade de plantas.

Estes resultados estão condizentes com as observações de FERREL (1953) nos Estados Unidos, onde a maior mortalidade de plantas ocorreu no início da primeira estação de crescimento, por outro lado, CAMPBELL e MANN (1973); EDWARDS e DANGERFIELD (1988) observaram mortalidades de até 40% entre a segunda e a terceira estação de crescimento, o que não ocorreu nesta pesquisa.

FIGURA 4 - TEMPERATURA MÉDIA MENSAL REGISTRADA AS 7:00 h DURANTE O PERÍODO DE INSTALAÇÃO E AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO.



Fonte: Papel e Celulose Catarinense S/A.

A estação meteorológica fica localizada a aproximadamente dez quilômetros em linha reta da área experimental.

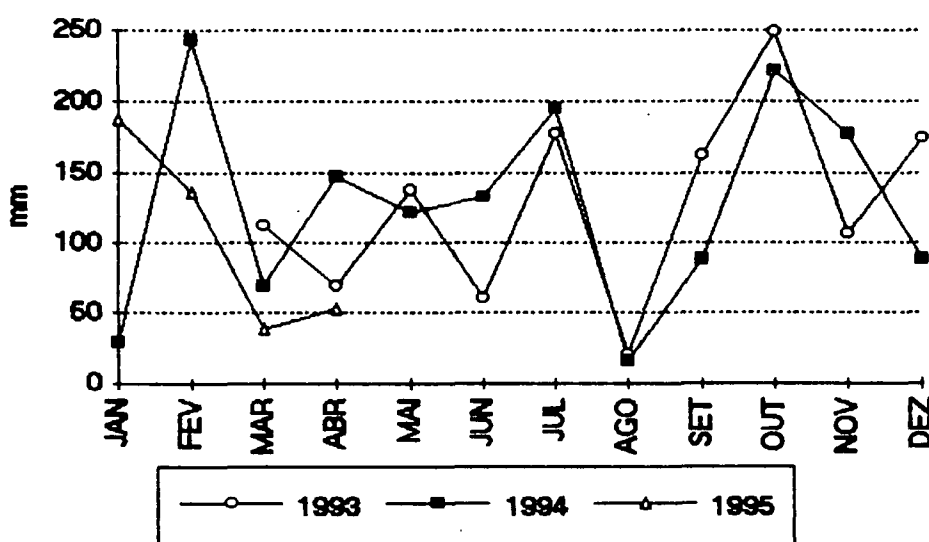
O menor número de plantas observadas no primeiro levantamento em relação ao segundo, indica que a germinação continua ativa após o mês de novembro e só se estabiliza a partir do segundo levantamento (maio do ano seguinte). Esta tendência está confirmada com o maior

número de plantas, oriundos da segunda safra de sementes, no outono de 95 (10 meses após pico de disseminação) do que na primavera de 94 (4 meses após pico de disseminação).

De acordo com JANKOVSKI (1985), o pico de disseminação de sementes de *Pinus taeda* ocorre em julho, e o período de maior disseminação vai de maio a setembro. Isto significa que muitas sementes não germinam logo após sua queda, ou por falta de umidade ou devido a dormência, podendo ainda haver influência da temperatura.

Na FIGURA 4 observa-se que as maiores temperaturas na região, ocorreram nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, o que pode ter contribuído para uma boa germinação neste período. As precipitações foram elevadas no período de outubro a dezembro, podendo ocorrer algum mês seco a partir do início do ano, como foi o caso de janeiro de 1994 (FIGURA 5), que certamente afetou a germinação e sobrevivência das plantas. Os meses de agosto e setembro apresentaram temperaturas e precipitações baixas, fatores que impediram o início da germinação das sementes, que nesta época já estavam presentes em grandes quantidades no piso florestal.

FIGURA 5 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DURANTE O PERÍODO DE INSTALAÇÃO E AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO



Fonte: Papel e Celulose Catarinense S/A.

A estação meteorológica fica localizada a aproximadamente dez quilômetros em linha reta da área experimental

#### 4.2.1.2 Influência das exposições e métodos de regeneração sobre o número de plantas estabelecidas

O maior número de plantas estabelecidas com a primeira safra de sementes ocorreu no método de porta-sementes A, quando comparado ao método de cortes em faixas. Foram estabelecidas aproximadamente 3 vezes mais plantas nesta área do que na área sul, que foi a melhor exposição do método de cortes em faixas. A área porta-sementes A diferiu estatisticamente de todas as demais áreas nos 4 levantamentos.

As exposições sul, leste e oeste do método de cortes em faixas foram estatisticamente semelhantes em todos os levantamentos na primeira safra de sementes, embora, na exposição sul tenham se estabelecido em média 24% mais plantas que nas exposições leste e oeste. Na exposição norte o número de plantas estabelecidas foi em média 8 vezes menor que na exposição sul. Esta área diferiu estatisticamente das demais em todos os 4 levantamentos (TABELA 4).

TABELA 4 - NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS POR M<sup>2</sup> NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO.

		NORTE	SUL	LESTE	OESTE	PSA	PSB
1ª SAFRA	PRIM.93	0,5 c	4,4 b	3,3 b	3,2 b	13,4 a	
	OUT.94	0,6 c	4,6 b	4,0 b	3,8 b	17,4 a	
	PRIM.94	0,7 c	5,2 b	4,3 b	4,3 b	17,7 a	
	OUT.95	0,7 c	5,1 b	4,2 b	4,1 b	16,2 a	
2ª SAFRA	PRIM.94	0,5 c	5,0 a	6,1 a	2,6 b	6,4 a	12,1*
	OUT.95	1,1 c	8,0 a	11,2 a	4,3 b	3,9 b	12,4*

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5% de probabilidade.

\* As médias da área Porta-sementes B não foram incluídas no teste de comparação múltipla de médias, por pertencerem a anos diferentes de intervenção.

PSA = Porta-sementes A; PSB = Porta-sementes B; PRIM.93 = Primavera de 1993; OUT.94 = Outono de 1994; PRIM.94 = Primavera de 1994; OUT.95 = Outono de 1995.



Tal qual aconteceu com as plantas oriundas da primeira safra de sementes, a exposição norte foi a que menos plantas estabeleceu com a segunda safra de sementes, sendo estatisticamente inferior às demais áreas. Nesta safra, a área porta-sementes A teve um número de plantas estatisticamente semelhante a exposição oeste, mas inferior às exposições leste e sul que foram as que tiveram melhor desempenho, com 11,2 e 8,0 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente, no outono de 1994 (TABELA 4).

O número de plantas nos 4 levantamentos da primeira safra de sementes manteve a mesma tendência do número de plantas nos tratamentos do terreno (item 4.2.1.1), ou seja, o primeiro levantamento com um número de plantas pouco inferior aos 3 levantamentos seguintes que foram semelhantes.

O número de plantas estabelecidas com a segunda safra de sementes (1994), no método de cortes em faixas, foi de 60% a 100% maior no outono de 1995 que na primavera de 1994. A diferença entre estes dois levantamentos foi sensivelmente maior que a ocorrida com as plantas da primeira safra de sementes. A falta de chuvas em janeiro de 1994 (FIGURA 5) deve ter contribuído para esta diferença, já que nesta época a umidade é essencial para a sobrevivência das plantulas ainda tenras. Pelo contrário, na área porta-sementes A o número de plantas foi maior na primavera de 1994 que no outono de 1995. Isto ocorreu porque grande parte das plantas jovens deve ter perecido pela elevada competição da vegetação invasora, que estava mais desenvolvida nesta área que nas de corte em faixas. Na área porta-sementes B o número de plantas foi semelhante nos dois levantamentos. Nesta área o preparo do terreno foi realizado no outono de 1994, por conseguinte, o solo ainda estava relativamente livre da competição.

A área porta-sementes B não pode ser comparada estatisticamente com as demais áreas por ter sofrido intervenção no início de 1994 e não no início de 1993, como foi o caso das outras áreas. Mesmo assim, para se ter uma idéia comparativa genérica entre as áreas porta-sementes A e B, pode-se comparar o número de plantas na primavera de 1993 e no outono de 1994 da área porta-sementes A, com as plantas na primavera de 1994 e outono de 1995 da área porta-sementes B, nesta época ambas têm a mesma idade, mas foram estabelecidas em anos diferentes, sendo que as condições climáticas também foram diferentes. Nestas condições de

comparação, observa-se que no outono o número de plantas na área porta-sementes B foi 40% inferior ao da área porta-sementes A. Isto se justifica pelo menor número de sementes produzidas na área porta-sementes B (FIGURA 3). Mesmo assim, nesta área o número de plantas induz a uma regeneração natural segura. O que equivale a dizer, que no método de porta-sementes pode-se deixar um número de árvores porta-sementes consideravelmente inferior ao usado na área porta-sementes B, onde permaneceram 83 árvores por hectare.

BRASSIOLO (1988) observou no estado de São Paulo o estabelecimento de 57 plantas por  $m^2$  em uma área porta-sementes de *Pinus elliottii* de 29 anos de idade, com 80 árvores por hectare, a qual foi preparada para produzir sementes. No mesmo talhão, porém onde existe vegetação competitiva bem desenvolvida, este número caiu para 1,2 plantas por  $m^2$ . O primeiro número é maior que o desta pesquisa, mas deve-se considerar que aqui o povoamento é mais jovem e não foi preparado para produzir sementes, além de se tratar de *Pinus taeda*. O autor acima citado, também sugere existir forte influência da vegetação competitiva.

#### 4.2.2 Número total de plantas estabelecidas ao final do segundo período vegetativo após intervenção

Nesta análise foram consideradas todas as plantas existentes nos locais de estudo, tanto da primeira como da segunda safra de sementes, 2 anos após a intervenção. Foi feita uma análise de interação entre as técnicas de preparo do terreno e as áreas de estudo (exposições e métodos de regeneração).

A queima e a retirada da lenha foram estatisticamente semelhantes e as piores técnicas de preparo do terreno na maioria das áreas de estudo. A retirada da lenha só foi estatisticamente superior à queima nas exposições norte e oeste. Por outro lado, a gradagem e o enleiramento foram as melhores técnicas de preparo do terreno. Elas se igualaram estatisticamente nas exposições norte, sul e oeste, enquanto, na exposição leste com 23,0 plantas/ $m^2$  e na área porta-sementes A com 33,2 plantas/ $m^2$ , a gradagem foi superior não só ao enleiramento, mas a todos os demais tratamentos (TABELA 5).

O maior estabelecimento de plantas nas áreas de gradagem se justifica pela exposição inicial total do solo, no qual as sementes têm contato direto, permitindo mais fácil absorção de umidade e fixação radicular. Também por eliminar a vegetação competidora original, o revolvimento do solo retarda a retomada da cobertura do solo por esta vegetação, dando mais tempo para uma estabilização inicial das plantas.

O enleiramento também permite um bom estabelecimento de plantas devido a retirada dos resíduos do corte de regeneração, os quais, por conter uma biomassa elevada de acículas, iria impedir o contato das plântulas com o solo. Já, na retirada da lenha, as acículas resultantes dos resíduos do corte de regeneração permanecem no local, pois nesta técnica, só o material lenhoso até mais ou menos 3 centímetros foi retirado. Estas acículas impedem o contato e posterior fixação das plântulas no solo, causando grande mortalidade no início do processo de regeneração. Esta constatação está de acordo com GRANO (1949), que observou nos Estados Unidos um estabelecimento de plantas de *Pinus taeda* proporcionalmente menor com o aumento da espessura da camada de acículas.

TABELA 5 - NÚMERO TOTAL DE PLANTAS POR M<sup>2</sup> ESTABELECIDAS AO FINAL DO SEGUNDO PERÍODO VEGETATIVO APÓS INTERVENÇÃO.

	NORTE	SUL	LESTE	OESTE	PSA
E	1,7 bA	14,1 aAB	14,2 aB	10,7 aA	19,0 aB
G	2,9 cA	22,3 abA	23,0 abA	12,7 bA	33,2 aA
L	1,8 bA	6,7 aB	12,0aB	6,5 aB	12,0 aC
Q	0,6 cB	9,2 aB	12,2 aB	3,8 bC	16,0 aBC

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5% de probabilidade.

E = enleiramento; G = gradagem; L = retirada da lenha; Q = queima; PSA = porta-sementes A

Nos tratamentos da retirada da lenha e do enleiramento, a vegetação competidora começa a recobrir o solo mais cedo devido a já existência destas plantas por ocasião do corte de regeneração. Esta vegetação só fica impedida temporariamente onde existem camadas de acículas, o que confirma que estas prejudicam o estabelecimento de plantas.

Entre as possíveis causas do menor estabelecimento de plantas nas áreas queimadas está a permanência irregular de camadas de acículas as quais não foram queimadas por permanecerem com elevada umidade na parte inferior. Isto ocorreu onde a camada de acículas era muito espessa e em áreas como a sul, onde no outono, época das queimas, já ocorria elevado sombreamento da bordadura na área. Este caso pode ser solucionado pela realização de duas queimas na mesma área. De forma que, as camadas de acículas remanescentes da primeira queima secariam e seriam eliminadas pela segunda queima. Neste caso, os cortes de regeneração deveriam ser realizados mais cedo para que houvesse tempo suficiente para a execução das duas queimas. Pesquisadores como TROUSDELL e LANGDON (1967), utilizaram até 4 queimas para preparar o solo para a regeneração natural. Porém, um dos objetivos era eliminar a vegetação competidora arbustiva-arbórea que ocorre em abundância no sudeste dos Estados Unidos.

Na exposição norte onde foram realizadas as queimas mais completas devido a melhor exposição ao sol, o número de plantas estabelecidas foi, proporcionalmente aos outros tratamentos, mais baixo que nas outras áreas. O que justifica o pequeno número de plantas neste caso, é a rápida retomada do solo pela vegetação competidora. Nas exposições leste e oeste houve também rápida retomada da cobertura do solo pelas sanambaias após a queima.

Outra causa que contribuiu para a baixa densidade de plantas nas áreas queimadas foi a predação de sementes, principalmente por pássaros. Após a queima as sementes estavam bem visíveis aos predadores devido ao seu contraste com as cinzas. Em função dos indícios de elevada predação de sementes, realizou-se no ano seguinte ao início do experimento, um teste neste sentido, que será discutido adiante.

Os resultados do estabelecimento de plantas nas áreas de gradagem e da queima estão condizentes com a literatura sobre o assunto. Vários autores, TROUSDELL (1954); TROUSDELL e LANGDON (1967); BOYD e DEITSCHMAN (1969); GRANO (1971); SKOKLEFALD (1985) afirmam que o revolvimento é a técnica mais eficiente de preparo do solo para a regeneração natural, e que a queima, embora menos eficiente que o revolvimento do solo, apresenta resultados significativamente melhores que as áreas sem qualquer preparo. Nos

Estados Unidos, sempre que as safras de sementes são grandes utiliza-se a queima por ser uma técnica mais simples e barata.

Nesta pesquisa no entanto, a queima foi uma técnica ineficiente em algumas áreas como as exposições norte e oeste, pelos motivos anteriormente discutidos.

Considerando as exposições e métodos de regeneração, houveram diferenças consideráveis no número total de plantas estabelecidas. A exposição norte foi a que apresentou o menor número de plantas (em média  $1,8/m^2$ ). Nela foram encontradas em média 12 vezes menos plantas que na área porta-sementes A, e 10 vezes menos que na exposição leste. Esta área diferiu estatisticamente de todas as demais áreas nos 4 tratamentos do terreno. As exposições sul e leste com, em média, 13,1 e 15,4 plantas/ $m^2$  respectivamente, foram as melhores áreas do método de corte em faixas. Elas se apresentaram estatisticamente semelhantes em todos os tratamentos do terreno. A exposição oeste foi pouco inferior às exposições sul e leste, e estatisticamente, só diferiu destas no tratamento da queima. Já no método de porta-sementes, a área A teve um número de plantas, em média, ( $20,0/m^2$ ) pouco superior às exposições leste e sul, embora não tenha sido detectada diferença estatística entre elas. Enquanto as exposições norte e oeste apresentaram um número de plantas consideravelmente inferior à área porta-sementes A.

A superioridade do método de porta-sementes em relação às áreas do método de corte em faixas se explica pelo fato da distribuição mais ou menos uniforme das árvores porta-sementes na área de regeneração, o que permitiu uma distribuição abundante e uniforme de sementes em toda a área. Já nas áreas de corte em faixas, as sementes tiveram que ser carregadas pelo vento até distâncias de 30 m.

Dois fatores podem ter afetado a diferença do número de plantas estabelecidas nas exposições do método de corte em faixas. A umidade que foi menor na exposição norte, a qual recebeu insolação o dia inteiro e o ano todo, enquanto, as exposições sul, leste e oeste permaneceram sombreadas pela bordadura durante parte do dia (leste e oeste), ou do ano (sul). Esta última exposição ficou sombreada quase o dia todo, durante o inverno e um tempo menor durante a primavera e outono. Na primavera começa a germinação, período em que a umidade

é importante para a sobrevivência. Mas deve-se lembrar, que umidade excessiva pode provocar mortalidade de plântulas pelo "damping off".

Outro fator que afetou o estabelecimento de plantas no método de corte em faixas foi a direção predominante dos ventos durante o período de maior queda de sementes. Nesta pesquisa não foi possível levantar a direção dos ventos. O Ministério da Agricultura (BRASIL, 1969) informa que a direção predominante dos ventos durante o outono e inverno na micro região de Lages é norte e nordeste, o que justifica o número elevado de plantas na exposição sul e pequeno na exposição norte.

#### 4.2.3 Comparação do número de plantas estabelecidas com a primeira e segunda safra de sementes (1993 e 1994), ao final do primeiro período vegetativo de cada safra.

Conforme descrito na revisão da literatura, no primeiro ano de regeneração após a intervenção o terreno fica mais livre da vegetação competidora e as plantas de *Pinus* se desenvolvem com menor competição intraespecífica. No entanto, conforme as condições locais e climáticas, o segundo ano de regeneração também pode contribuir significativamente para a regeneração final do povoamento. Para tanto, aqui vai se analisar comparativamente o número de plantas provenientes das duas primeiras safras de sementes após a intervenção.

##### 4.2.3.1 Nos tratamentos de preparo do terreno

O número médio de plantas estabelecidas com a primeira safra de sementes foi estatisticamente semelhante ao número estabelecido com a segunda safra em todos os tratamentos do terreno (TABELA 6).

Entretanto nos tratamentos do enleiramento, gradagem e retirada da lenha o número de plantas estabelecidas com a primeira safra de sementes foi respectivamente 12,5%, 17% e 16,7% superior ao número estabelecido com a segunda safra. Esta diferença deve ser decorrente das melhores condições do solo logo após a intervenção. No tratamento da queima a

situação foi inversa, ou seja, foram estabelecidas 27% mais plantas com a segunda safra de sementes que com a primeira. Possivelmente o fator que mais influenciou esta diferença tenha sido a predação de sementes, as quais estavam encobertas pela vegetação durante o segundo período vegetativo e assim, ficaram livres da ação dos pássaros. De qualquer forma, foi estabelecido um número de plantas significativamente elevado com a segunda safra de sementes em todos os tratamentos do terreno.

**TABELA 6 - EFEITO DAS TÉCNICAS DE PREPARO DO TERRENO SOBRE O NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS POR M<sup>2</sup> COM A PRIMEIRA E SEGUNDA SAFRA DE SEMENTES AO FINAL DO PRIMEIRO PERÍODO VEGETATIVO DE CADA SAFRA.**

	E	G	L	Q
1ª SAFRA	6,3 a	10,2 a	4,2 a	3,7 a
2ª SAFRA	5,6 a	8,7 a	3,6 a	4,7 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5% de probabilidade.

E = enleiramento; G = gradagem; L = retirada da lenha; Q = queima

#### 4.2.3.2 Nas exposições e métodos de regeneração

Houve um comportamento inverso das plantas estabelecidas com a primeira e segunda safra de sementes nos métodos de regeneração. Na área porta-sementes A foram estabelecidas 4,5 vezes mais plantas com a primeira safra de sementes que com a segunda. Nesta área houve diferença estatística significativa entre as médias do número de plantas produzidas nas duas safras. Em todas as exposições do método de corte em faixas o número de plantas estabelecidas com a segunda safra de sementes foi maior que o número estabelecido com a primeira safra. A maior diferença ocorreu na exposição leste, onde houve diferença estatística significativa entre as médias. Nas exposições norte e sul foram estabelecidas cerca de 80% mais plantas na segunda safra, mesmo assim, a diferença entre as médias não foi

estatisticamente significativa. Na exposição oeste houve pouca diferença entre as plantas estabelecidas nas duas safras (TABELA 7).

O número de sementes produzidas nas áreas de estudo apresentaram poucas diferenças entre as safras de 1993 e 1994 (FIGURA 3). Apenas as exposições norte e oeste produziram respectivamente 38% e 20% mais sementes em 1994 que em 1993. Portanto, o fator produção de sementes só deve ter afetado o número de plantas estabelecidas nas duas safras na exposição norte.

**TABELA 7 - NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS POR M<sup>2</sup> NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO COM A PRIMEIRA E SEGUNDA SAFRA DE SEMENTES AO FINAL DO PRIMEIRO PERÍODO VEGETATIVO DE CADA SAFRA.**

	NORTE	SUL	LESTE	OESTE	PSA
1ª SAFRA	0,6 a	4,6 a	4,0 b	3,8 a	17,4 a
2ª SAFRA	1,1 a	8,0 a	11,2 a	4,3 a	3,9 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5% de probabilidade.  
PSA = porta-sementes A

O fator clima possivelmente também afetou o número de plantas estabelecidas nas duas safras. Observa-se nas FIGURAS 4 e 5, que em 1994 a temperatura já se apresentou elevada a partir do mês de outubro, o que provavelmente acelerou a germinação neste período. As boas precipitações de outubro e novembro garantiram boa sobrevivência destas plântulas. Em 1993 as temperaturas foram menores, possivelmente a germinação só foi acelerada a partir de novembro e o mês de janeiro de 1994 foi muito seco, o que deve ter contribuído para uma elevada mortalidade de plântulas da primeira safra.

Um dos fatores que possivelmente mais contribuiu para o maior estabelecimento de plantas com a segunda safra de sementes no método de corte em faixas foi a predação por pássaros. Na



segunda estação de crescimento, as aves certamente tiveram pouco acesso às sementes do piso florestal devido a vegetação competidora, que já recobria grande parte da superfície do terreno.

Embora um número considerável de plantas oriundas da segunda safra de sementes certamente perecerá nos próximos anos devido a competição, esta safra mesmo assim, deverá contribuir com um número elevado de plantas para o processo regenerativo. Tal fato, parece ser menos acentuado nos Estados Unidos, onde TROUSDELL (1954) observou que no segundo ano de regeneração foram estabelecidas 3 a 5 vezes menos plantas que no primeiro ano, conforme o tratamento do terreno, uma situação semelhante a área porta-sementes A desta pesquisa.

#### 4.2.4 Número de plantas estabelecidas com um padrão de altura mínima

Esta análise é análoga à realizada no item 4.2.2, onde se considerou o número total de plantas 2 anos após a intervenção. Neste caso existem muitas plantas pequenas e débeis que tem poucas chances no processo final de regeneração. Por esta razão, analisou-se aqui o número de plantas com um padrão de altura mínima, ou seja 60 cm, as quais certamente sobreviverão no processo regenerativo, já que dificilmente serão ultrapassadas pela vegetação competidora.

A tendência do estabelecimento de plantas nas exposições e métodos de regeneração em função das técnicas de preparo do terreno foi aproximadamente a mesma observada no item 4.2.2. Observou-se que a queima e a retirada da lenha continuam sendo as piores técnicas de preparo do terreno (TABELA 8). Entretanto, com estes tratamentos estabeleceu-se um número de plantas satisfatório na área porta-sementes A. O tratamento da retirada da lenha também permitiu o estabelecimento de um número de plantas razoável na exposição oeste ( $2,1/m^2$ ). A gradagem e o enleiramento foram estatisticamente semelhantes em todas as áreas, embora a gradagem tenha apresentado médias maiores. O número médio de plantas estabelecidas nas 5 áreas de estudo foi  $2,9/m^2$  no tratamento do enleiramento e  $3,7/m^2$  na gradagem.

Nas áreas de estudo, a exposição sul se apresentou com um número de plantas semelhante ao da área porta-sementes A no enleiramento e na gradagem. Nestes mesmos tratamentos, as exposições leste e oeste também foram semelhantes, mas com um número de plantas cerca de 40% inferior ao da exposição sul. Nesta última, foram observadas 4,7 e 5,3 plantas/m<sup>2</sup> nos tratamentos do enleiramento e da gradagem respectivamente. A área porta-sementes A apresentou mais que o dobro das plantas observadas nas exposições sul e leste, nos tratamentos da retirada da lenha e da queima.

Comparativamente ao número total de plantas do item 4.2.2, a área porta-sementes A continuou com a maior densidade de plantas, porém se assemelhando à exposição sul nos melhores tratamentos de terreno, que por sua vez se destacou das outras exposições do método de corte em faixas. Deve-se considerar ainda, que o método das porta-sementes certamente perderá muitas plantas por ocasião da retirada das árvores porta-sementes.

**TABELA 8 - NÚMERO DE PLANTAS POR M<sup>2</sup> COM UM PADRÃO DE ALTURA MÍNIMA (60 cm) ESTABELECIDAS COM A PRIMEIRA SAFRA DE SEMENTES, DOIS ANOS APÓS INTERVENÇÃO.**

	NORTE	SUL	LESTE	OESTE	PSA
E	0,3 bA	4,7 aA	2,4 aAB	3,0 aA	4,1 aA
G	0,7 bA	5,3 aA	3,4 abA	2,0 abA	7,3 aA
L	0,3 bA	1,5 aB	1,8 aBC	2,1 aA	3,5 aA
Q	0,1 cA	1,4 bB	1,2 bC	0,5 cB	3,7 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5% de probabilidade.

E = enleiramento; G = gradagem; L = retirada da lenha; Q = queima; PSA = porta-sementes A

Com o número de plantas padrão aqui observado, pode-se afirmar que somente a exposição norte apresenta densidade insatisfatória em todos os tratamentos de solo, e também a exposição oeste no tratamento da queima. Os tratamentos da retirada da lenha e da queima nas exposições sul e leste, mais os tratamentos da retirada da lenha e gradagem da exposição oeste,

apresentam um número de plantas padrão razoável. No entanto, deve-se verificar ainda como está a densidade destas plantas nos locais mais distantes da bordadura, bem como, sua distribuição.

#### 4.2.5 Predação de sementes

Durante a instalação do experimento e o primeiro ano de regeneração as áreas de estudo foram visitadas constantemente. Período em que foram observados vários indícios de que estava existindo uma predação elevada de sementes. O primeiro indício surgiu no início da maturação das sementes, quando se observou visitas constantes de psitacídeos nas copas das árvores. Isto significa que muitas sementes foram predadas antes de atingir o piso florestal. Após o preparo do terreno também foram observados muitos pássaros nas áreas de estudo. Estas visitas continuaram até o final do ano. Observando-se atentamente as áreas onde o solo estava exposto, notou-se quantidades consideráveis de tegumentos de sementes abertos. Quando surgiram as primeiras plântulas foi observado que muitos hipocótilos estavam cortados, ou seja, sem os cotilédones que certamente serviram de alimentação aos pássaros.

De acordo com LIMA (1993), no norte do estado do Paraná, as aves mais comumente encontradas nos povoamentos de *Pinus*, e que se alimentam de suas sementes, são a rolinha (*Columbina* sp), tiriva (*Pyrrhura* sp), jacú (*Pipila* sp) e as sabiás (*Turdus* sp). Todas estas espécies foram constantemente avistadas nas áreas experimentais e ou suas proximidades.

Em função destes indícios julgou-se importante avaliar a predação de sementes. Para tanto, foram feitos dois levantamentos no experimento de predação de sementes instalado no início de 1994, um na primavera de 1994 e outro no outono de 1995. O número de plantas observado nos dois levantamentos foi semelhante, tanto nas parcelas protegidas, como nas sem proteção. Por este motivo, analisar-se-a somente as plantas levantadas no outono de 1995, ou seja, um ano após intervenção. Neste levantamento foi observado um número de plantas em média 100% maior nas parcelas protegidas do que nas parcelas sem proteção. Houve diferença estatística significativa entre as médias do número de plantas estabelecidas nas duas situações em todos

os tratamentos de solo (TABELA 9). Isto significa que, se não houvesse predação de sementes, teria sido estabelecido aproximadamente o dobro do número de plantas observado neste trabalho. A predação aqui observada não inclui as sementes consumidas pelos psitasídeos, pois esta predação ocorreu nas copas das árvores.

Deve-se considerar que esta pesquisa foi desenvolvida em um reflorestamento relativamente pequeno (222 ha), o qual faz divisa com capoeiras, matas secundárias, pastagens e áreas agricultáveis. Isto significa que a vizinhança do povoamento deve conter uma grande população de pássaros, os quais têm acesso a todo o reflorestamento devido sua dimensão relativamente pequena. Por este motivo, não se pode extrapolar estes resultados para áreas centrais em grandes maciços de florestas de *Pinus*.

Para verificar se houve influencia da técnica de preparo do terreno no grau de predação, foi analisada a proporção de plantas estabelecidas nas parcelas com e sem proteção. Observa-se que a maior predação ocorreu nas áreas de queima e a menor nas áreas de enleiramento. Houve diferença estatística significativa entre as médias destes tratamentos (TABELA 9).

TABELA 9 - NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS POR M<sup>2</sup> NO PRIMEIRO ANO DE REGENERAÇÃO EM PARCELAS PROTEGIDAS E EM PARCELAS SEM PROTEÇÃO.

	ENLEIRAMENTO	GRADAGEM	QUEIMA
PROTEÇÃO	25,7 a	35,3 a	23,9 a
LIVRE	13,7 b	15,0 b	8,7 b
PROPORÇÃO	1,97A	2,38AB	2,83B

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5% de probabilidade.

Como o grau de predação nas áreas queimadas foi 44% superior ao das enleiradas, isto significa que o tratamento da queima poderia ter alcançado níveis satisfatórios de regeneração não fosse tão susceptível aos danos de predação.

A maior predação nas áreas queimadas se justifica pelo fato de que as sementes contrastam com a cor escura das cinzas, e assim se tornam bastante visíveis aos pássaros. Nas áreas de gradagem as sementes também ficam bastante expostas apesar de não haver tanto contraste. Já nas áreas de enleiramento, parte das sementes ficam ocultas pelas acículas e restos de vegetação, o que dificulta a ação dos pássaros.

Nos Estados Unidos a predação de sementes parece ser menor. WENGER e TROUSDELL (1958) observaram predação de 22% das sementes de *Pinus taeda* por pássaros e roedores, em área não especificada.

#### 4.2.6 Número de plantas estabelecidas em função da distância da fonte de sementes no método de corte em faixas

Nas áreas de porta-sementes a disseminação de sementes ocorre com certa uniformidade em toda a área de intervenção. No entanto, nas áreas de corte em faixas, mais sementes são disseminadas nas proximidades da bordadura do povoamento original. JANKOVSKI (1985) afirma que em um povoamento de *Pinus taeda* na região de Curitiba, na faixa de 25 a 30 m da bordadura foi disseminada uma proporção de apenas 9,6 % das sementes disseminadas no interior do povoamento. Este fato leva a crer que a menor disseminação de sementes nas áreas mais afastadas da bordadura também deve afetar o número de plantas estabelecidas. Razão pela qual, foi feita análise neste sentido utilizando-se equações, nas quais se considerou o número de plantas estabelecidas como variável dependente e a distância da bordadura como variável independente. Esta análise foi feita com as plantas estabelecidas com a primeira safra de sementes e com o número total de plantas estabelecidas ao final da segunda estação de crescimento.

#### 4.2.6.1 Número de plantas estabelecidas com a primeira safra de sementes em função da distância da bordadura

Nesta análise foram consideradas as plantas que se originaram da primeira safra de sementes após intervenção (1993), ao final da segunda estação de crescimento. Estas plantas são as mais importantes do processo regenerativo, já que possivelmente serão as árvores dominantes no futuro e também devem sofrer pouca mortalidade a partir de agora.

Foram testadas os modelos que apresentam certa semelhança à tendência dos dados ou seja: modelo linear  $y = \alpha + \beta x$

modelo potencial  $y = \alpha x^\beta$

modelo exponencial  $y = \alpha e^{\beta x}$

modelo logarítmico  $y = \alpha + \beta \ln x$

modelo hiperbólico  $y = x/(\alpha x - \beta)$

Em todas as áreas e tratamentos, o melhor modelo oscilou entre o logarítmico e o exponencial.

De acordo com JANKOVSKI (1985), a disseminação de sementes de *Pinus taeda* decresce de forma exponencial a medida que aumenta a distância da bordadura. Isto significa que a distribuição das plantas ao longo das faixas aqui observada é fortemente afetada pela forma como se disseminam as sementes.

As equações selecionadas para cada área de estudo e respectivos tratamentos do terreno com seus coeficientes e características estão apresentadas na TABELA 10. Observa-se que em alguns tratamentos as equações não tiveram um bom ajuste, apresentando elevados erros padrão da estimativa e baixos coeficientes de determinação. O que significa que outras variáveis não levantadas no experimento, como a variação dos microsítios, que não têm qualquer correlação com a distância da bordadura, devem ter afetado o número de plantas estabelecidas. Mesmo assim, de maneira geral, as equações mostram que menos plantas foram estabelecidas nas áreas mais distantes da bordadura.

**TABELA 10- CARACTERÍSTICAS DAS EQUAÇÕES AJUSTADAS PARA O NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS COM A PRIMEIRA SAFRA DE SEMENTES (1993)**

ÁREA	EQUAÇÃO	R <sup>2</sup>	S <sub>YX</sub>	S <sub>YX</sub> %	F	P
LE	$Y=11.7881-8.6934(\text{LOGX})$	0.398	3.05	65,73	10.61	0.0049
LG	$Y=14.2463-7.5113(\text{LOGX})$	0.801	1.38	22,27	64.62	0.0000
LL	$Y=9.4988-5.2978(\text{LOGX})$	0.419	2.32	60.41	11.52	0.0037
LQ	$Y=5.5852-3.3143(\text{LOGX})$	0.582	1.04	50.92	22.25	0.0002
NE	$Y=1.0784-0.4573(\text{LOGX})$	0.263	0.28	48.13	5.71	0.0291
NG	$Y=1.4796*\text{EXP}(-0.0444*X)$	0.269	0.72	105.40	5.89	0.0451
NL	$Y=1,8683-0.9189(\text{LOGX})$	0.338	0.47	59.99	8.13	0.0111
NQ	$Y=0.3588*\text{EXP}(-0.0504*X)$	0.202	0.91	107.50	4.06	0.0612
OE	$Y=13.8377*\text{EXP}(-0.0642*X)$	0.748	0.33	39.10	47.43	0.0000
OG	$Y=11.8051-6.6213(\text{LOGX})$	0.589	2.14	45.25	21.04	0.0003
OL	$Y=8.9618-5.1299(\text{LOGX})$	0.490	1.93	55.45	15.51	0.0011
OQ	$Y=4.2686-2.3694(\text{LOGX})$	0.328	1.25	72.12	7.84	0.0130
SE	$Y=15.1712*\text{EXP}(-0.0942*X)$	0.596	0.47	59.99	23.71	0.0002
SG	$Y=19.2825*\text{EXP}(-0.0622*X)$	0.803	0.27	30.99	65.08	0.0000
SL	$Y=10.6621-7.0641(\text{LOGX})$	0.757	1.53	53.87	49.84	0.0000
SQ	$Y=6.1452-3.8414(\text{LOGX})$	0.563	1.25	61.24	20.63	0.0003

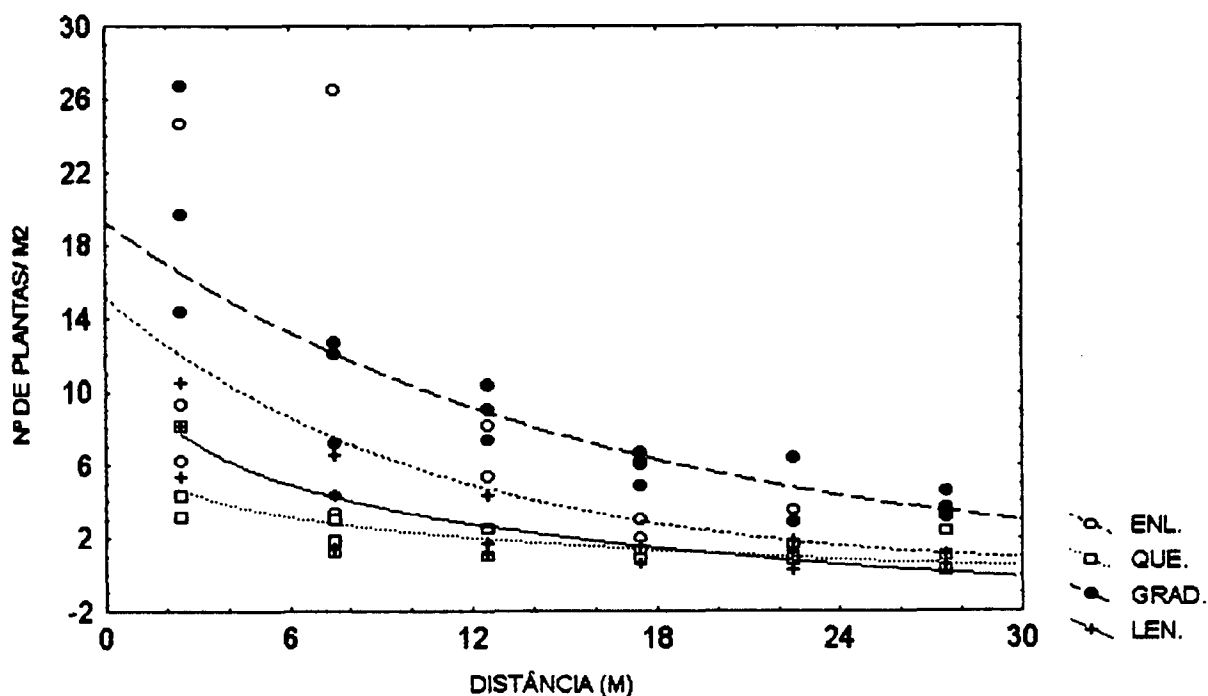
LE = Leste-Enleiramento; LG = Leste-Gradagem; LL = Leste-retirada da Lenha; LQ = Leste-Queima; NE = Norte-Enleiramento; NG = Norte-Gradagem; NL = Norte-retirada da Lenha; NQ = Norte-Queima; OE = Oeste-Enleiramento; OG = Oeste-Gradagem; OL = Oeste-retirada da Lenha; OQ = Oeste-Queima; SE = Sul-Enleiramento; SG = Sul-Gradagem; SL = Sul - retirada da Lenha; SQ = Sul-Queima.

A exposição norte apresentou os piores ajustes, o que pode significar que nesta área existe grande variação de microsítios e que o pequeno número de plantas aí estabelecidas se distribuiu de forma irregular. Desta forma, as equações desta exposição não tem qualquer valor de estimativa. Os melhores ajustes na exposição sul podem ser decorrentes de condições opostas as anteriormente citadas.

O vento, principal responsável pela distribuição das sementes, pode ser outro fator que contribuiu para estas diferenças, já que por condições topográficas e até de vegetação pode soprar em direção e intensidade não uniforme em determinada área. Enquanto, em outra área comporta-se de maneira uniforme.

Com relação aos tratamentos do preparo do terreno, observa-se que a gradagem, de maneira geral, apresentou os melhores ajustes. Este fato se justifica pela maior uniformidade das condições do terreno neste tratamento. Ao contrário, a queima, retirada da lenha e o enleiramento resultam em terreno com cobertura desuniforme que apresenta algumas áreas com cobertura de acículas ou determinados tipos de vegetação competitiva.

FIGURA 6 - NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS COM A PRIMEIRA SAFRA DE SEMENTES EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DA BORDADURA NOS 4 TRATAMENTOS DE PREPARO DO TERRENO NA EXPOSIÇÃO SUL



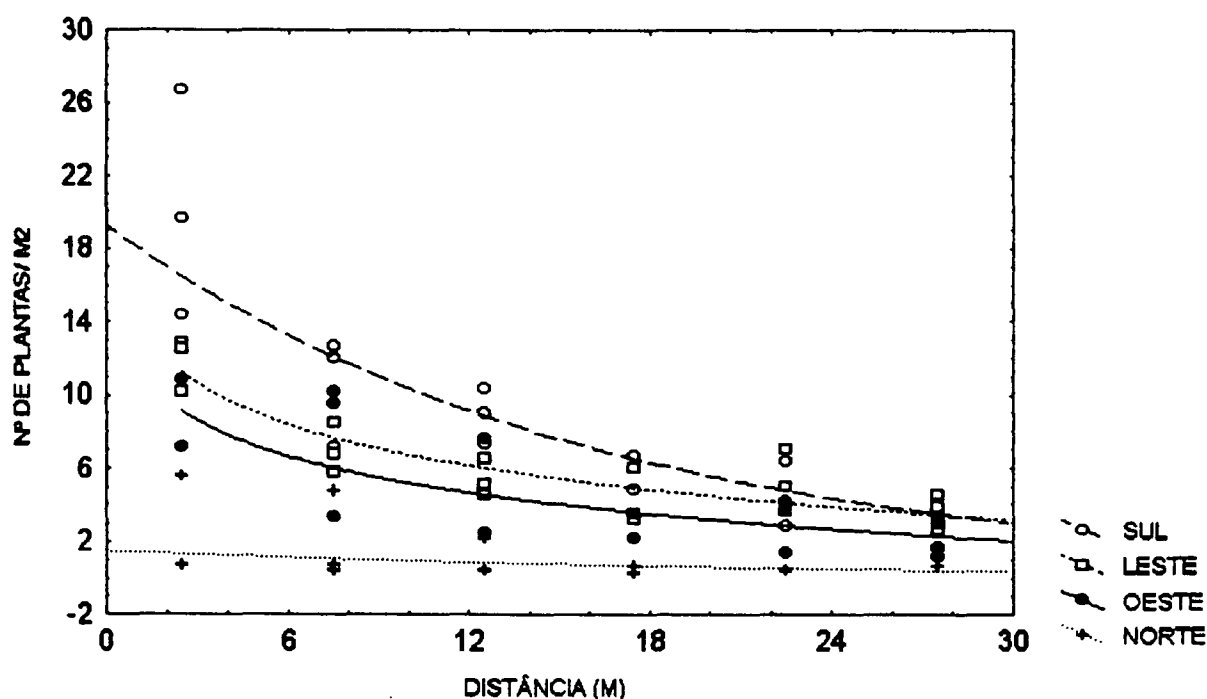
ENL.= enleiramento; QUE.= queima; GRAD.= gradagem; LEN.= retirada da lenha



A distribuição das plantas ao longo das faixas nos diferentes tratamentos de preparo do terreno pode ser comparada na FIGURA 6 (exposição sul). Observa-se que o decréscimo do número de plantas foi mais acentuado nos primeiros 10 m distantes da bordadura.

A inclinação das curvas foi menor nos tratamentos da queima e retirada da lenha que apresentam menor número de plantas. Nas áreas da gradagem e enleiramento as curvas se apresentam com maior inclinação, sendo que na gradagem as curvas tiveram menor inclinação nas exposições oeste e sul e maior na exposição leste quando comparada ao tratamento do enleiramento. A exposição sul, em geral, apresentou maior inclinação das curvas que as exposições leste e oeste, embora na primeira os coeficientes " $\alpha$ " fossem maiores (FIGURA 7), o que significa maior número de plantas junto à bordadura.

FIGURA 7 - NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS COM A PRIMEIRA SAFRA DE SEMENTES EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DA BORDADURA NO TRATAMENTO DA GRADAGEM DAS 4 EXPOSIÇÕES.



A 30 m distantes da bordadura, largura máxima das faixas de corte, localiza-se a área mais crítica quanto ao número de plantas estabelecidas. Observa-se que nesta distância o tratamento da gradagem assegurou o maior número de plantas nas exposições sul e leste, as mais eficientes do experimento. Neste caso, observa-se em torno de 3 plantas/m<sup>2</sup>, número mais que suficiente para uma regeneração natural segura. Esta averiguação indica que nestas situações poderiam, ser cortadas, caso necessário, faixas mais largas. Os demais tratamentos apresentam um número de plantas suficiente, porém não excessivo a 30 m distantes da bordadura com exceção da exposição norte onde este número é precário.

A gradagem, tratamento que apresentou maior número de plantas ao longo de toda a faixa, poderia ser usada apenas nas áreas mais distantes da bordadura em situações onde o número de plantas é crítico. Desta forma, poderia se conseguir maior uniformidade na densidade das plantas em toda a faixa.

#### 4.2.6.2 Número total de plantas estabelecidas ao final da segunda estação de crescimento em função da distância da bordadura

Na TABELA 11 encontram-se as equações selecionadas com respectivos coeficientes e demais características para cada área e tratamento do terreno. Comparando-se estas equações com as do item anterior (TABELA 10), as principais diferenças são: o ajuste inferior na exposição oeste, o que significa um estabelecimento irregular das plantas oriundas da segunda safra de sementes. Um ajuste razoavelmente bom no tratamento da gradagem na exposição norte, significando que as plantas estabelecidas com a segunda safra de sementes ocuparam de maneira uniforme as áreas até aí vazias. Na exposição sul, o tratamento da gradagem teve um ajuste inferior ao número de plantas estabelecidas com a primeira safra de sementes o que foi ocasionado por um pequeno número de plantas estabelecidas com a segunda safra de sementes no bloco I e elevado nos outros 2 blocos, por razão desconhecida.

**TABELA 11 - CARACTERÍSTICAS DAS EQUAÇÕES AJUSTADAS PARA O NÚMERO TOTAL DE PLANTAS ESTABELECIDAS AO FINAL DA SEGUNDA ESTAÇÃO DE CRESCIMENTO**

ÁREA	EQUAÇÃO	R <sup>2</sup>	S <sub>YX</sub>	S <sub>YX</sub> %	F	P
LE	Y=32.4012-17.0849(LOGX)	0.440	7.158	50.5	12.59	0.0028
LG	Y=48.3759*EXP(-0.0581*X)	0.853	0.218	24.3	93.15	0.0000
LL	Y=30.6691-17.4490(LOGX)	0.534	6.056	50.3	18.34	0.0006
LQ	Y=29.6622-16.3221(LOGX)	0.476	6.262	51.1	15.01	0.0013
NE	Y=4.1895-2.2919(LOGX)	0.059	1.504	86.4	5.13	0.037
NG	Y=6.9734*EXP(-0.0754*X)	0.760	0.261	29.8	109.09	0.0000
NL	Y=3.8027*EXP(-0.0801*X)	0.184	0.715	104.4	12.06	0.0031
NQ	Y=-2.0272-1.2862(LOGX)	0.185	0.549	83.9	12.09	0.0031
OE	Y=24.9391-13.3787(LOGX)	0.604	2.661	24.98	55.84	0.0000
OG	Y=30.8278-16.9933(LOGX)	0.421	4.645	36.60	29.56	0.0000
OL	Y=16.3068-9.2004(LOGX)	0.228	3.573	55.06	14.64	0.0015
OQ	Y=8.5948-4.4511(LOGX)	0.091	2.518	65.57	6.90	0.0183
SE	Y=36.6715*EXP(-0.0872*X)	0.796	0.400	49.2	62.08	0.0000
SG	Y=37.2891*EXP(-0.0552*X)	0.442	0.560	75.0	12.69	0.0000
SL	Y=19.0621*EXP(-0.0979*X)	0.774	0.477	61.1	55.17	0.0000
SQ	Y=29.4490-18.9731(LOGX)	0.576	6.048	65.7	21.74	0.0003

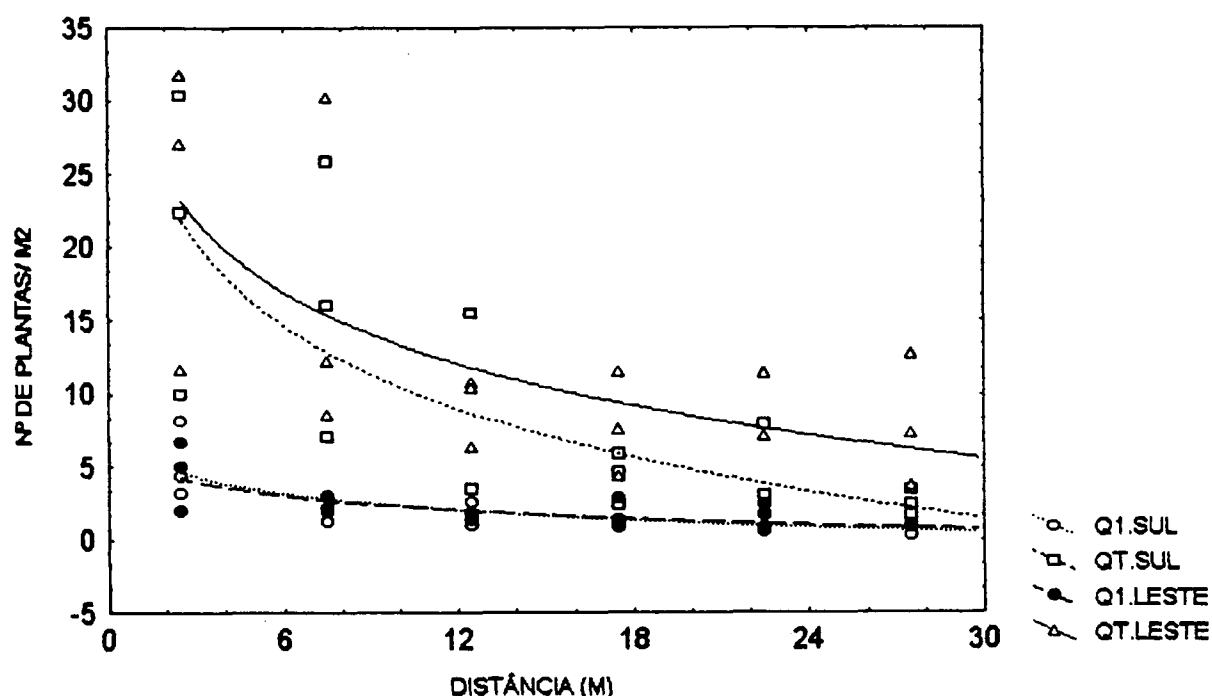
LE = Leste-Enleiramento; LG = Leste-Gradagem; LL = Leste-retirada da Lenha; LQ = Leste-Queima; NE = Norte-Enleiramento; NG = Norte-gradagem; NL = Norte-retirada da Lenha; NQ = Norte-Queima; OE = Oeste-Enleiramento; OG = Oeste-Gradagem; OL = Oeste-retirada da Lenha; OQ = Oeste-Queima; SE = Sul-Enleiramento; SG = Sul-Gradagem; SL = Sul-retirada da Lenha; SQ = Sul-Queima

A 30 metros distantes da bordadura, bem como, nas demais distâncias das faixas, o número de plantas estabelecidas ao final da segunda estação de crescimento foi consideravelmente superior ao número de plantas oriundas da primeira safra de sementes, conforme se observa na FIGURA 8 (tratamento da queima nas exposições sul e leste). Como a densidade das plantas no primeiro ano de regeneração não foi muito elevada nas áreas mais distantes da bordadura, acredita-se que muitos espaços vazios vão ser aí ocupados por plantas

da segunda safra de sementes. Neste sentido, foi beneficiado principalmente o tratamento da queima, que poderá ter uma regeneração mais apropriada nas maiores distâncias da bordadura. Na exposição sul, por exemplo, a 30 metros da bordadura foram estabelecidas 0,5 plantas/m<sup>2</sup> com a primeira safra de sementes e 1,4 plantas/m<sup>2</sup> ao final da segunda estação de crescimento.

Por outro lado, na exposição norte o número de plantas a 30 metros da bordadura continua insuficiente principalmente no tratamento da queima.

FIGURA 8 - NÚMERO DE PLANTAS ESTABELECIDAS COM A PRIMEIRA SAFRA DE SEMENTES E NÚMERO TOTAL DE PLANTAS ESTABELECIDAS AO FINAL DA SEGUNDA ESTAÇÃO DE CRESCIMENTO EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DA BORDADURA NO TRATAMENTO DA QUEIMA NAS EXPOSIÇÕES SUL E LESTE.



Q1.SUL = queima com plantas oriundas da primeira safra de sementes na exposição sul

QT.SUL = queima com número de plantas ao final da segunda estação de crescimento na exposição sul

Q1.LESTE = queima com plantas oriundas da primeira safra de sementes na exposição leste

QT.LESTE = queima com número de plantas ao final da segunda estação de crescimento na exposição leste

Estes resultados estão de acordo com as observações de MEYER (1955) em povoamentos de *Pinus taeda* e *Pinus echinata* regenerados naturalmente no sul dos Estados Unidos, onde o decréscimo do número de plantas com a distância da bordadura é notório e mais acentuado nos anos de pequena safra de sementes. Os espaços vazios nas áreas mais distantes da bordadura vão sendo ocupados por plantas oriundas das safras de sementes posteriores, formando um povoamento mais uniforme.

#### 4.3 DISTRIBUIÇÃO DAS PLANTAS ESTABELECIDAS

A distribuição das plantas foi analisada pelo método das distâncias, utilizando-se o diagrama de áreas vazias. Esta análise foi feita considerando-se todas as plantas estabelecidas 2 anos após intervenção. Neste caso, existem plantas que tiveram como origem a primeira safra de sementes (1993) e plantas que se originaram da segunda safra de sementes (1994), as quais têm grandes possibilidades de perecimento por competição intraespecífica, principalmente onde a densidade das plantas oriundas da primeira safra de sementes é elevada. Também foi feita uma análise da distribuição considerando-se as plantas com um padrão mínimo de altura, no caso 60 cm, 2 anos após intervenção. Este padrão mínimo de altura foi considerado como suficiente para que as plantas estivessem livres da competição e apresentassem elevadas chances de atingir a maturidade do povoamento.

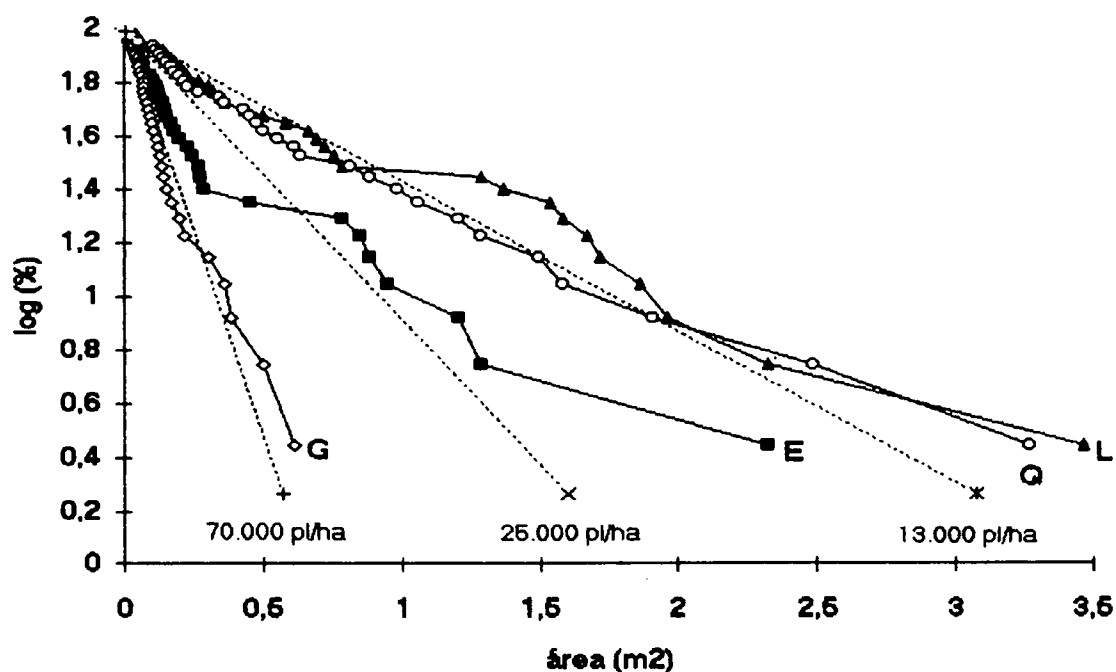
##### 4.3.1 Distribuição das plantas com um padrão de altura mínima (60 cm) 2 anos após intervenção

Os resultados aqui alcançados significam que pelo menos esta distribuição será atingida na maturidade, podendo entretanto, ocorrer uma melhor distribuição no futuro em função do estabelecimento definitivo de algumas plantas que estão abaixo do padrão aqui estabelecido.

A análise da distribuição das plantas foi feita no intuito de se detectar agregação ou uniformidade de distribuição e a probabilidade de se encontrar determinada área vazia.

No diagrama de áreas vazias da FIGURA 9 percebe-se facilmente que o tratamento da gradagem apresenta menores áreas vazias que o enleiramento. Já os tratamentos da retirada da lenha e da queima apresentam áreas vazias semelhantes mas superiores ao enleiramento. Numericamente, existe uma probabilidade de 5 % em encontrar áreas vazias de  $0,5 \text{ m}^2$  no tratamento da gradagem. Com a mesma probabilidade encontram-se áreas vazias de  $1,4 \text{ m}^2$  no tratamento do enleiramento,  $2,5 \text{ m}^2$  e  $2,6 \text{ m}^2$  nos tratamentos da retirada da lenha e da queima respectivamente.

FIGURA 9 - DIAGRAMAS DE ÁREAS VAZIAS DOS 4 TRATAMENTOS DE PREPARO DO TERRENO NOS PRIMEIROS 15 M DISTANTES DA BORDADURA NA EXPOSIÇÃO SUL CONSIDERANDO-SE AS PLANTAS COM UM PADRÃO DE ALTURA MÍNIMA (60 CM).



E = enleiramento; G = gradagem; L = retirada da lenha; Q = queima

Adotou-se o critério de considerar na análise 2 tamanhos de áreas vazias a pelo menos 5 % de probabilidade, pois considerou-se que uma probabilidade abaixo de 5 % em encontrar determinada área vazia não é significativa. Desta forma, analisou-se áreas vazias de  $4 \text{ m}^2$  o

que equivale a um plantio convencional com espaçamento de  $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ , e significa que pelo menos uma planta será encontrada em áreas inferiores. No entanto, se neste caso, fosse encontrada apenas uma planta em uma área de  $3,9\text{ m}^2$ , por exemplo, não teríamos chance de selecionar a melhor planta nesta área. Por este motivo, também foram incluídas na análise áreas vazias de  $2\text{ m}^2$ . Assim, se for encontrada pelo menos uma planta em áreas inferiores a  $2\text{ m}^2$ , em áreas maiores possivelmente teremos oportunidade de seleção, visto que, em  $4\text{ m}^2$  certamente teremos mais de uma planta.

A aglomeração ou distribuição uniforme das plantas pode ser detectada pela forma da curva e pela comparação entre a densidade real e a densidade de uma reta teste que melhor represente a distribuição dos pontos da curva em questão.

Na FIGURA 9 observa-se que a curva do tratamento da gradagem é mais regular que a dos demais tratamentos indicando certa uniformidade na distribuição das plantas. Esta curva representa uma densidade de aproximadamente 70.000 plantas/ha, enquanto a densidade real é de 69.000 plantas/ha (TABELA 12), o que indica uma distribuição uniforme.

No tratamento do enleiramento a forma irregular da curva sugere certa aglomeração das plantas. Esta curva representa uma densidade média de 25.000 plantas/ha bem distribuídas, enquanto a densidade real é de 73.300 plantas/ha, bastante superior à densidade indicada pelo gráfico, o que significa agregação na distribuição das plantas. De forma semelhante pode-se chegar a conclusão de que as populações dos tratamentos da retirada da lenha e da queima também estão distribuídas de forma aglomerada.

Por outro lado, a aglomeração das plantas no tratamento do enleiramento não chega a comprometer a distribuição, pois existe menos de 5 % de probabilidade de encontrar áreas vazias com  $2\text{ m}^2$  ou mais. Nos tratamentos da retirada da lenha e da queima existe menos de 5 % de probabilidade de encontrar áreas vazias com  $4\text{ m}^2$  ou mais. No entanto existe uma probabilidade de 7,9 % em encontrar áreas vazias acima de  $2\text{ m}^2$  (FIGURA 9 e TABELA 12). Isto significa que nas maiores distâncias da bordadura destes tratamentos, a distribuição das plantas é satisfatória, embora possa não existir oportunidade de seleção em algumas pequenas áreas. Esta foi a forma com que se analisou todos os tratamentos do terreno em cada área nas

distâncias de 0-15 m e 15-30 m da bordadura, cujos resultados encontram-se na TABELA 12 e os diagramas de áreas vazias no ANEXO 1A.

TABELA 12 - CARACTERÍSTICAS DA DISTRIBUIÇÃO DAS PLANTAS COM UM PADRÃO DE ALTURA MÍNIMA (60 CM) 2 ANOS APÓS INTERVENÇÃO.

ÁREA DE ESTUDO	DIST. DA BORD(M)	TRAT. DO TERRENO	PROB. A VAZIAS (%)		DENSID.* GRÁFICO	DENSID.* REAL	DISTRIB.
			2,0 (M <sup>2</sup> )	4,0 (M <sup>2</sup> )			
NORTE	0-15	E	43,65	25,12	2.800	3.278	AGREG.
		G	38,02	16,98	4.000	9.944	AGREG.
		L	51,29	22,91	2.800	3.556	AGREG.
		Q	81,28	67,61	600	1.444	AGREG.
	15-30	E	61,66	42,66	1.900	2.944	AGREG.
		G	41,68	8,32	5.000	4.333	ALEAT.
		L	57,54	40,74	1.800	2.444	AGREG.
		Q	87,10	75,86	350	889	AGREG.
SUL	0-15	E	<5	<5	25.000	73.704	AGREG.
		G	<5	<5	70.000	69.074	ALEAT.
		L	7,94	<5	12.500	20.370	AGREG.
		Q	7,94	<5	13.500	19.259	AGREG.
	15-30	E	17,78	7,41	8.000	19.815	AGREG.
		G	<5	<5	21.000	35.740	AGREG.
		L	25,70	15,49	5.000	8.333	AGREG.
		Q	26,92	8,13	5.500	7.778	AGREG.
LESTE	0-15	E	<5	<5	17.000	35.102	AGREG.
		G	<5	<5	40.000	41.667	ALEAT.
		L	<5	<5	17.000	25.000	AGREG.
		Q	20,42	7,94	5.500	17.037	AGREG.
	15-30	E	8,51	<5	16.000	19.630	AGREG.
		G	<5	<5	25.000	25.370	ALEAT.
		L	31,62	15,14	4.000	11.111	AGREG.
		Q	37,15	24,54	3.500	6.852	AGREG.
OESTE	0-15	E	<5	<5	25.000	39.630	AGREG.
		G	<5	<5	30.000	26.519	ALEAT.
		L	15,14	<5	11.000	22.963	AGREG.
		Q	40,74	24,55	2.000	6.296	AGREG.
	15-30	E	11,22	<5	12.000	20.926	AGREG.
		G	12,88	<5	12.000	15.741	ALEAT.
		L	24,55	12,30	6.000	18.889	AGREG.
		Q	79,43	66,07	650	3.148	AGREG.
PSA		E	12,02	<5	13.000	41.111	AGREG.
		G	<5	<5	28.000	72.500	AGREG.
		L	8,51	6,03	9.000	35.000	AGREG.
		Q	5,62	<5	14.000	36.944	AGREG.

AGREG. = população agregada; ALEAT. = população aleatória; E = enleiramento; G = gradagem; L = retirada da lenha; Q = queima.

\* Número de plantas por hectare.



Como é comum na regeneração natural, a maior parte das populações se distribuem de forma aglomerada. Apenas em alguns casos a distribuição das plantas se apresenta uniforme, na maioria das vezes no tratamento da gradagem (TABELA 12).

A distribuição das plantas na área porta-sementes A é satisfatória em todos os tratamentos. Apenas na retirada da lenha existe 6 % de probabilidade de encontrar áreas vazias com 4 m<sup>2</sup> ou mais (TABELA 12), o que não chega a ser comprometedor.

Nos 15 m mais próximos à bordadura na exposição sul todos os tratamentos apresentam uma distribuição suficientemente boa, de forma a não criar grandes áreas vazias. Já nos 15 m mais afastados da bordadura o tratamento da retirada da lenha apresenta uma probabilidade de 15,49 % em encontrar áreas vazias com mais de 4 m<sup>2</sup>, o que significa que este tratamento vai depender de plantas mais baixas em estabelecimento para atingir uma boa distribuição.

Na exposição leste a distribuição das plantas nos 15 m mais próximos à bordadura é boa em todos os tratamentos com excessão da queima onde ela é razoável. Nos 15 m mais distantes da bordadura a distribuição não é muito favorável nos tratamentos da retirada da lenha e da queima, havendo dependencia das plantas mais baixas em estabelecimento para melhorar a distribuição.

Na exposição oeste o tratamento da queima apresenta elevada probabilidade de encontrar áreas vazias com mais de 4 m<sup>2</sup> em toda a faixa. Nos 15 m mais distantes da bordadura a probabilidade de encontrar áreas vazias com 4 m<sup>2</sup> ou mais é de 66 %, o que significa que ao final da regeneração dificilmente será alcançada uma distribuição satisfatória. O tratamento da retirada da lenha, embora apresente uma probabilidade de 12,3 % de ocorrência de áreas vazias com 4 m<sup>2</sup> ou mais, pode atingir uma distribuição razoável com plantas menores.

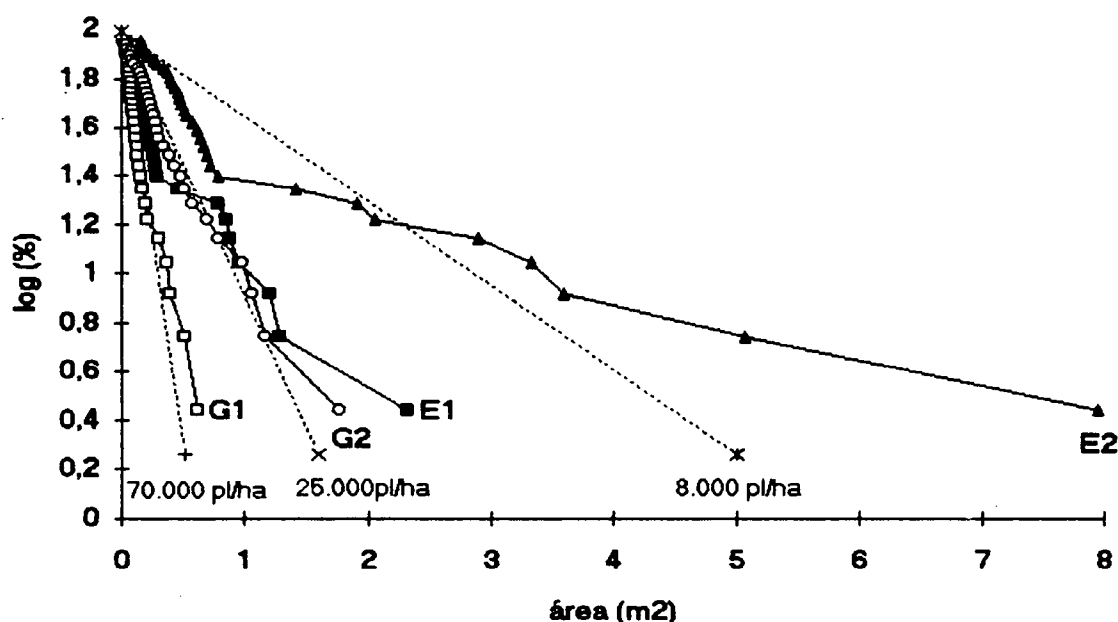
Na exposição norte todos os tratamentos apresentam elevada probabilidade de ocorrência de áreas vazias com mais de 4 m<sup>2</sup>, principalmente nos 15 m mais distantes da bordadura. A única excessão é o tratamento da gradagem, no qual se julga possível alcançar uma distribuição razoável com plantas mais baixas que as aqui tomadas como padrão.

A distribuição das plantas apresenta menores áreas vazias nos primeiros 15 m distantes da bordadura que nos 15 m seguintes em todos os casos. Ocorrendo uma única excessão no

tratamento da gradagem na exposição norte. De maneira geral, a probabilidade de encontrar determinada área vazia nos 15 m mais distantes da bordadura é de aproximadamente o dobro de encontrá-la nos 15 m mais próximos.

A diferença na distribuição das plantas na primeira e segunda metade da largura das faixas junto à bordadura pode ser facilmente visualizada nos diagramas da FIGURA 10, onde se considerou os tratamentos da gradagem e enleiramento na exposição sul.

FIGURA 10 - DIAGRAMAS DE ÁREAS VAZIAS COMPARATIVOS ENTRE AS DISTÂNCIAS DA BORDADURA DE 0-15 M E 15-30 M NOS TRATAMENTOS DA GRADAGEM E ENLEIRAMENTO DA EXPOSIÇÃO SUL, CONSIDERANDO-SE PLANTAS COM UM PADRÃO DE ALTURA MÍNIMA (60 CM)



E1 = enleiramento na distância 0-15 m; E2 = enleiramento na distância 15-30 m; G1 = gradagem na distância 0-15 m; G2 = gradagem na distância 15-30 m.

Em todas as áreas o tratamento da gradagem apresentou as melhores distribuições com as menores áreas vazias. Apenas na exposição oeste este tratamento se assemelhou ao enleiramento. O enleiramento, em geral, aparece com uma distribuição intermediária entre os tratamentos de preparo do solo. A queima as vezes se assemelhou ao tratamento da retirada da

lenha, como em toda a exposição sul e nas maiores distâncias da bordadura na exposição leste. Em outros casos, como na exposição oeste e norte a queima se apresentou com as piores distribuições entre os tratamentos de preparo do terreno, contendo grandes áreas vazias.

O melhor desempenho da gradagem na distribuição das plantas se justifica pela uniformidade das condições do terreno no momento da recepção das sementes. No tratamento da retirada da lenha a má distribuição se deve a algumas áreas que apresentam camadas grossas de acículas e também a distribuição irregular da vegetação competitiva. Estes mesmos elementos aparecem no tratamento do enleiramento, porém com menor intensidade. Nas áreas de queima permanecem algumas camadas grossas de acículas que foram queimadas apenas superficialmente. Neste tratamento é possível que as aves tenham predado as sementes de forma irregular, o que também pode ter contribuído para a má distribuição das plantas.

Assim como neste trabalho, a influência do preparo do terreno na distribuição das plantas já tinha sido verificada na Carolina do Norte em povoamentos de *Pinus taeda* por DANIELS (1978).

#### 4.3.2 Distribuição de todas as plantas estabelecidas 2 anos após intervenção

Na análise da distribuição de todas as plantas estabelecidas 2 anos após intervenção pode-se ter uma idéia em que áreas a distribuição pode melhorar. Por outro lado, as probabilidades de encontrar determinadas áreas vazias possivelmente serão maiores no futuro, pois muitas plantas pequenas ou com debilidade certamente perecerão no futuro.

Os tipos de distribuição e as probabilidades de encontrar áreas vazias com 2 m<sup>2</sup> e 4 m<sup>2</sup> estão apresentadas na TABELA 13.

Como no item anterior a distribuição das plantas continua, na maioria dos casos aglomerada, com poucos casos de distribuição uniforme, a qual ocorre principalmente no tratamento da gradagem.

TABELA 13 - CARACTERÍSTICAS DA DISTRIBUIÇÃO DE TODAS AS PLANTAS ESTABELECIDAS 2 ANOS APÓS INTERVENÇÃO.

ÁREA DE ESTUDO	DIST. DA BORD(M)	TRAT. DO TERRENO	PROB. A VAZIAS (%)		DENSID.* GRÁFICO	DENSID.* REAL	DISTRIB.
			2,0 (M <sup>2</sup> )	4,0 (M <sup>2</sup> )			
NORTE	0-15	E	11,22	6,76	9.000	24.667	AGREG.
		G	<5	<5	35.000	44.333	ALEAT.
		L	10,47	<5	13.000	28.056	AGREG.
		Q	31,62	24,55	3.500	9.722	AGREG.
	15-30	E	25,70	12,3	6.500	9.444	AGREG.
		G	7,94	<5	13.000	12.833	ALEAT.
		L	43,65	25,12	3.000	8.583	AGREG.
		Q	77,62	56,23	1.000	3.167	AGREG.
SUL	0-15	E	<5	<5	150.000	227.467	AGREG.
		G	<5	<5	160.000	275.909	AGREG.
		L	<5	<5	75.000	108.500	AGREG.
		Q	<5	<5	70.000	146.630	AGREG.
	15-30	E	<5	<5	28.000	54.593	AGREG.
		G	<5	<5	52.000	137.296	AGREG.
		L	8,51	<5	15.000	26.426	AGREG.
		Q	<5	<5	23.000	37.315	AGREG.
LESTE	0-15	E	<5	<5	120.000	185.000	AGREG.
		G	<5	<5	280.000	322.924	ALEAT.
		L	<5	<5	75.000	173.092	AGREG.
		Q	<5	<5	70.000	164.925	AGREG.
	15-30	E	<5	<5	50.000	98.277	AGREG.
		G	<5	<5	120.000	137.925	ALEAT.
		L	6,76	<5	14.000	67.759	AGREG.
		Q	<5	<5	52.000	79.870	AGREG.
OESTE	0-15	E	<5	<5	75.000	143.057	AGREG.
		G	<5	<5	90.000	168.038	AGREG.
		L	<5	<5	60.000	89.148	AGREG.
		Q	5,10	<5	11.000	57.094	AGREG.
	15-30	E	<5	<5	35.000	70.111	AGREG.
		G	<5	<5	45.000	85.740	AGREG.
		L	6,61	<5	16.000	40.574	AGREG.
		Q	20,89	7,24	7.000	19.777	AGREG.
PSA		E	<5	<5	120.000	190.000	AGREG.
		G	<5	<5	320.000	331.944	ALEAT.
		L	<5	<5	65.000	119.722	AGREG.
		Q	<5	<5	130.000	159.722	AGREG.
PSB		E	<5	<5	65.000	135.833	AGREG.
		G	<5	<5	140.000	148.055	ALEAT.
		Q	<5	<5	50.000	87.500	AGREG.

AGREG. = população agregada; ALEAT. = população aleatória; E = enleiramento; G = gradagem; L = retirada da lenha; Q = queima.

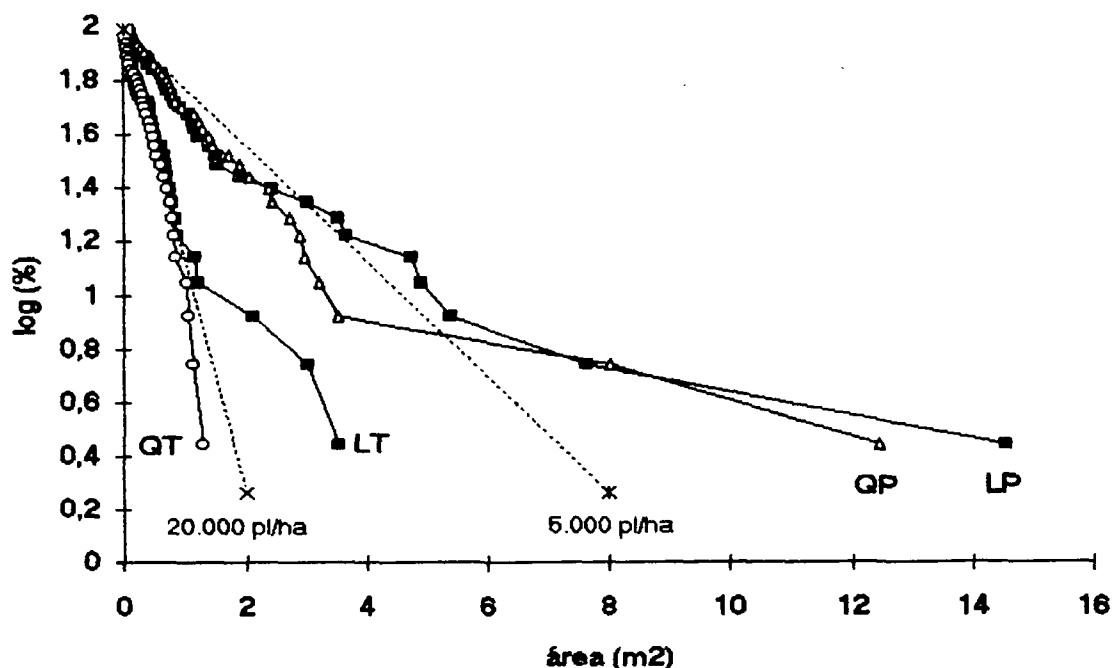
A área Porta-sementes B está com um ano de regeneração

\* Número de plantas por hectare

A gradagem continua sendo o tratamento que apresenta a melhor distribuição seguida pelo enleiramento. A retirada da lenha e a queima apresentam as piores distribuições e aparecem de forma semelhante em muitas áreas. Apenas na exposição oeste e norte a distribuição da área queimada se destaca como a pior. Por outro lado, na área de porta-sementes A o tratamento da queima apresenta a segunda melhor distribuição depois da gradagem (ANEXO 1B).

A distribuição nos 15 m mais distantes da bordadura continua com maiores áreas vazias que nos primeiros 15m. No entanto, naquela existe a oportunidade de melhorar consideravelmente a distribuição em situações como a da retirada da lenha e queima na exposição sul e leste, da retirada da lenha na exposição oeste e da gradagem da exposição norte.

FIGURA 11 - DIAGRAMAS DE ÁREAS VAZIAS COMPARATIVOS ENTRE TODAS AS PLANTAS ESTABELECIDAS 2 ANOS APÓS INTERVENÇÃO E PLANTAS COM UM PADRÃO DE ALTURA MÍNIMA (60 CM) NOS TRATAMENTOS DA RETIRADA DA LENHA E QUEIMA DA EXPOSIÇÃO SUL NA DISTÂNCIA DE 15 - 30 M DA BORDADURA.



LP = retirada da lenha com número de plantas padrão; LT = retirada da lenha com número total de plantas; QP = queima com número de plantas padrão; QT = queima com número total de plantas.

A melhor distribuição de todas as plantas 2 anos após intervenção quando comparada a distribuição das plantas com um padrão mínimo de 60 cm de altura pode ser facilmente observada na FIGURA 11 nos tratamentos da retirada da lenha e da queima na exposição sul.

Um dos principais responsáveis pela melhor distribuição de todas as plantas no segundo ano de regeneração é o elevado número de plantas estabelecidas com a segunda safra de sementes, as quais tem mais chance de sobrevivência nas menores densidades das áreas mais distantes da bordadura. Por outro lado, GRANO (1971) observou na regeneração natural de *Pinus taeda* no sul dos Estados Unidos, que a distribuição das plantas mudou muito pouco após o primeiro ano de regeneração.

Pode-se deduzir a partir da TABELA 13 que as únicas áreas estudadas que permanecem com uma distribuição insatisfatória das plantas são as da queima na exposição oeste e norte, e da retirada da lenha e enleiramento na exposição norte.

#### 4.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DAS PLANTAS ESTABELECIDAS

As características morfológicas das plantas estabelecidas, altura média, altura da planta maior da amostra, diâmetro do colo e a relação altura/diâmetro foram analisadas separadamente. As análises foram feitas em relação às técnicas de preparo do terreno e às áreas de estudo considerando-se sua evolução durante os 2 primeiros anos de regeneração.

##### 4.4.1 Altura das plantas

A altura é um elemento importante na avaliação da regeneração natural, tendo em vista que plantas mais altas se livram mais cedo da vegetação competidora e têm maiores chances de sobrevivência. O que ocorre devido ao fato das plantas jovens de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* apresentarem características fisiológicas de intolerância à sombra.

Na análise da altura considerou-se a altura média de todas as plantas da amostra e a altura da planta maior por amostra. Também foi analisada a altura média das plantas acima de um padrão mínimo, além da comparação da altura média entre as plantas oriundas da primeira e segunda safra de sementes.

#### 4.4.1.1 Evolução da altura média durante os 2 primeiros anos de regeneração em função dos tratamentos do terreno

No primeiro levantamento (outubro/novembro de 1993) muitas sementes ainda estavam germinando ou por germinar e poucas plantas em estabelecimento apresentavam certa evolução de crescimento em altura. Razão pela qual, neste levantamento não foram medidas as alturas, tanto das plantas oriundas da primeira safra de sementes, como da segunda. A primeira medição da altura ocorreu portanto um ano após a maturação e início da disseminação das sementes. A última medição de altura das plantas oriundas da primeira safra de sementes ocorreu 2 anos após intervenção.

Na TABELA 14 observa-se que não houve diferença estatística significativa entre as médias das alturas nos tratamentos de preparo do terreno em qualquer dos levantamentos efetuados. Embora, os tratamentos do enleiramento e da gradagem apresentassem alturas médias superiores aos da retirada da lenha e da queima, estas diferenças foram muito pequenas e proporcionais em todos os levantamentos. A maior diferença entre alturas médias das plantas oriundas da primeira safra de sementes no outono de 1995, ocorreu entre os tratamentos do enleiramento e da queima e foi de aproximadamente 10 %.

As alturas das plantas 2 anos após intervenção, em média um ano e 6 meses de idade, que se situam entre 62,0 e 69,0 cm, são um pouco superiores às plantas de *Pinus taeda* originadas por semeadura direta na região de Curitiba, que com idade semelhante apresentaram alturas entre 42,0 e 50,0 cm (MATTEL, 1993). Neste caso, o autor observou alturas significativamente inferiores em plantios de mudas produzidas em tubete.

TABELA 14 - EFEITO DAS TÉCNICAS DE PREPARO DO TERRENO SOBRE A ALTURA MÉDIA (EM CM) DAS PLANTAS ESTABELECIDAS DURANTE OS 2 PRIMEIROS ANOS DE REGENERAÇÃO.

		E	G	L	Q
1ª SAFRA	OUT.94	14,1a	13,8a	13,7a	13,2a
	PRIM.94	34,2a	33,2a	32,6a	31,5a
	OUT.95	69,0a	66,3a	64,1a	62,3a
2ª SAFRA	OUT.95	14,0a	15,1a	14,2a	14,1a

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5 % de probabilidade.

E = Enleiramento; G = Gradagem; L = Retirada da Lenha; Q = queima; OUT.94 = Outono de 1994; PRIM.94 = Primavera de 1994; OUT. 95 = Outono de 1995;

#### 4.4.1.2 Evolução das altura média durante os 2 primeiros anos de regeneração nas exposições e métodos de regeneração

As diferenças entre as médias das alturas estão apresentadas na TABELA 15. Houve diferenças estatísticas significativas entre as médias das alturas nas exposições e métodos de regeneração em todos os levantamentos. Estas diferenças foram mais acentuadas no segundo ano de regeneração. Nesta época as plantas apresentaram maior crescimento em altura o que faz com que se pronunciem as diferenças de ambiente das áreas de estudo.

No outono de 1994 apenas a exposição sul apresentou alturas médias significativamente superiores às demais áreas. No outono de 1995 a altura das plantas que se originaram da segunda safra de sementes foi significativamente superior na exposição leste, o que pode ter como causa a espécie, já que aqui predominou o *Pinus elliotii*. Não foi incluída na análise estatística a área porta-sementes B devido o preparo do terreno ter sido efetuado neste ano (1994), proporcionando assim, condições mais favoráveis nesta área.

No segundo ano de regeneração a exposição sul continuou com alturas significativamente superiores às demais áreas. No outono de 1995, quando as plantas já estavam mais desenvolvidas, a área porta-sementes A e a exposição oeste apresentaram as menores alturas,



51,4 e 59,6 cm respectivamente. A exposição norte, apesar de ter apresentado densidades baixas, teve alturas relativamente boas. A altura na exposição sul foi pouco mais de 50 % superior à altura na área porta-sementes A.

TABELA 15 - EVOLUÇÃO DAS ALTURAS MÉDIAS (EM CM) DURANTE OS 2 PRIMEIROS ANOS DE REGENERAÇÃO NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO

		N	S	L	O	PSA	PSB
1ª SAFRA	OUT.94	13,0b	15,2a	14,3ab	13,0b	13,0b	
	PRIM.94	27,1c	41,6a	32,3b	29,8bc	33,6b	
	OUT.95	66,9b	80,9a	69,2b	59,6bc	51,4c	
2ª SAFRA	OUT.95	13,4b	15,0b	16,6a	13,3b	13,6b	15,8*

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5 % de probabilidade.

\* A média da área porta-sementes B não foi incluída no teste de comparação múltipla de médias, por pertencer a ano diferente de intervenção.

N = Norte; S = Sul; L = Leste; O = Oeste; PSA = Porta-Sementes A; PSB = Porta-Sementes B; OUT. 94 = Outono de 1994; PRIM. 94 = primavera de 1994; OUT.95 = Outono de 1995.

As menores alturas na área porta-sementes A certamente devem decorrer do sombreamento e competição causados pelas árvores porta-sementes. Também houve comprovação da influência das árvores porta-sementes no desenvolvimento das plantas estabelecidas pelo processo natural por BRASSIOLO (1988) em povoamentos de *Pinus elliottii* no estado de São Paulo, e por WAHLENBERG (1948) em povoamentos de *Pinus taeda* no sul dos Estados Unidos.

O maior crescimento em altura na exposição sul, e menor na exposição oeste, pode ter sofrido influência da iluminação. A exposição sul recebe luz solar plena durante o verão e fica sombreada no inverno, estação em que o crescimento é mínimo. Na exposição oeste ocorre sombreamento pela manhã durante todo o ano. A variação de sítio pode ter sido outra causa destas diferenças. No entanto, as características físico-químicas da camada superficial do solo (TABELA 2) , não apresentam evidências que justifiquem as diferenças de crescimento em altura aqui apuradas.

#### 4.4.1.3 Evolução da altura da planta maior por amostra, durante os 2 primeiros anos de regeneração nos tratamentos do terreno.

A análise da altura da planta maior por amostra é interessante, já que na maioria das áreas foram utilizadas amostras de 3 m<sup>2</sup> o que significa que existe grande probabilidade de que esta planta atinja a maturidade com destaque em tamanho.

Na TABELA 16 pode-se observar que nas plantas oriundas da primeira safra de sementes as médias das alturas nos tratamentos do enleiramento e da gradagem são significativamente maiores que no tratamento da queima, que por sua vez se igualam ao tratamento da retirada da lenha nos 3 levantamentos. A maior média ocorreu no tratamento da gradagem com 115 cm. Nas plantas oriundas da segunda safra de sementes não houve diferença significativa entre os tratamentos do terreno.

**TABELA 16 - EFEITO DAS TÉCNICAS DE PREPARO DO TERRENO SOBRE A ALTURA (EM CM) DA PLANTA MAIOR POR AMOSTRA DURANTE OS 2 PRIMEIROS ANOS DE REGENERAÇÃO.**

		E	G	L	Q
1ª SAFRA	OUT.94	23,8a	25,2a	22,3ab	20,1b
	PRIM.94	57,4a	56,8a	52,1ab	48,1b
	OUT.95	112,0ab	115,0a	103,9ab	93,8b
2ª SAFRA	OUT.95	23,9a	25,9a	21,1a	22,5a

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5 % de probabilidade.

E = Enleiramento; G = Gradagem; L = Retirada da Lenha; Q = queima; OUT.94 = Outono de 1994; PRIM.94 = Primavera de 1994; OUT. 95 = Outono de 1995.

Estas diferenças não foram observadas na altura média das plantas (item 4.4.1.1), significando que as técnicas de preparo do terreno não têm influência na altura de todas as plantas estabelecidas, mas sim, na das maiores, o que não deixa de ser importante no processo

regenerativo, já que estas, desde que apresentem boa forma, certamente vão compor a maior parte da população adulta.

As maiores alturas alcançadas nos tratamentos da gradagem e do enleiramento podem ter sido decorrentes do fato de que algumas plantas conseguiram germinação mais cedo nestes tratamentos, e assim, dispuseram de mais tempo para o crescimento.

#### 4.4.1.4 Evolução da altura da planta maior por amostra durante os 2 primeiros anos de regeneração nas exposições e métodos de regeneração

No segundo levantamento (outono de 1994) não houve diferença estatística significativa entre as médias dos tratamentos nas plantas que se originaram da primeira safra de sementes. No terceiro levantamento (primavera de 1994) apenas a exposição sul diferiu estatisticamente das demais áreas. Enquanto no quarto levantamento (outono de 1995) a área porta-sementes A e a exposição oeste diferiram significativamente das outras áreas por apresentarem as menores médias. As exposições leste e norte, que estatisticamente não diferiram da exposição oeste, apresentaram alturas elevadas, sendo superadas apenas pela exposição sul com 126,8 cm (TABELA 17).

As plantas da segunda safra de sementes apresentaram médias significativamente diferentes entre as áreas. Assim como a altura média, a altura da planta maior por amostra foi superior na exposição leste. As exposições sul e oeste apresentaram médias maiores que a área porta-sementes A e a exposição norte. Estas variações podem ter sido influenciadas pela vegetação competidora. Pela mesma razão descrita no item 4.4.1.2 a área porta-sementes B não foi incluída na análise estatística (TABELA 17).

As justificativas para as diferenças entre as médias das plantas oriundas da primeira safra de sementes são as mesmas apresentadas no item 4.4.1.2. Da mesma forma ocorrida com a altura média, a altura da planta maior apresentou maiores diferenças 2 anos após intervenção quando as plantas tinham melhores condições de diferenciação no crescimento.

**TABELA 17 - EVOLUÇÃO DA ALTURA (EM CM) DA PLANTA MAIOR POR AMOSTRA DURANTE OS 2 PRIMEIROS ANOS DE REGENERAÇÃO NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO**

		N	S	L	O	PSA	PSB
1ª SAFRA	OUT.94	22,1a	24,8a	23,8a	21,9a	21,9a	
	PRIM.94	48,0b	64,8a	53,0b	48,9b	53,2b	
	OUT.95	112,3a	126,8a	110,7ab	98,3bc	82,7c	
2ª SAFRA	OUT.95	19,1cd	23,4b	31,7a	21,6bc	17,0d	29,3*

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5 % de probabilidade.

\* A média da área porta-sementes B não foi incluída no teste de comparação múltipla de médias, por pertencer a ano diferente de intervenção.

N = Norte; S = Sul; L = Leste; O = oeste; PSA = Porta-sementes A; PSB = Porta-sementes B; OUT.94 = Outono de 1994; PRIM.94 = Primavera de 1994; OUT.95 = Outono de 1995.

#### 4.4.1.5 Altura média das plantas com um padrão de altura mínima (60 cm) ao final da segunda estação vegetativa

Ao analisar-se a altura média das plantas mais altas que 60 cm tem-se a visualização de como se encontram as melhores plantas nos tratamentos do terreno e nas exposições e métodos de regeneração. Visto que as plantas com esta altura estão praticamente livres da competição. Na TABELA 18 encontram-se as comparações estatísticas entre as médias.

Estas alturas podem ser analisadas comparativamente à altura média do quarto levantamento (outono de 1995) das plantas oriundas da primeira safra de sementes. Verifica-se que entre os tratamentos do terreno, apenas na exposição oeste a queima apresenta média estatisticamente inferior à retirada da lenha, o que não difere muito do comportamento da altura média (TABELA 14). Da mesma forma, poucas alterações ocorrem na comparação das áreas. As alturas se apresentaram significativamente menores na área porta-sementes A e na exposição oeste, e maiores nas outras 3 exposições. Na exposição norte as alturas se apresentam elevadas, alternando-se entre as melhores com a exposição sul. Isto significa que

nesta área possivelmente algumas plantas germinaram mais cedo devido a melhor exposição ao sol no final do inverno e desta forma, tiveram mais tempo para se desenvolver em altura.

**TABELA 18 - ALTURA MÉDIA (EM CM) DAS PLANTAS COM UM PADRÃO DE ALTURA MÍNIMA (60 CM) AO FINAL DA SEGUNDA ESTAÇÃO VEGETATIVA.**

	NORTE	SUL	LESTE	OESTE	PSA
E	93,3abA	100,9aA	93,3abA	85,5bcAB	75,5cA
G	103,7aA	96,7abA	90,3abA	83,2abAB	75,7bA
L	96,4abA	99,2aA	82,6abA	89,9abA	79,3bA
Q	99,2aA	100,6aA	87,2abA	80,3abB	72,8bA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Newman e Keuls<sup>2</sup> ao nível de 5 % de probabilidade.

E = Enleiramento; G = Gradagem; L = Retirada da Lenha; Q = Queima; PSA = Porta-sementes A.

#### 4.4.1.6 Comparação das alturas médias das plantas oriundas da primeira e segunda safra de sementes ao final do primeiro período vegetativo nos tratamentos do terreno

No outono de 1994 as plantas oriundas da primeira safra de sementes tinham a mesma idade que as plantas oriundas da segunda safra de sementes no outono de 1995. No entanto, ambas se estabeleceram em condições diferentes de clima e do terreno, já que as plantas da segunda safra encontraram as condições dos tratamentos do terreno até certo ponto deterioradas com elevada cobertura da vegetação competidora.

As diferenças estatísticas entre as médias das alturas nos tratamentos de preparo do terreno nestas 2 situações não foram significativas (TABELA 19), o que significa que a maior competição que as plantas da segunda safra de sementes sofreram não afetou o desenvolvimento em altura até o final do primeiro período vegetativo.

**TABELA 19 - COMPARAÇÃO DAS ALTURAS MÉDIAS (EM CM) DAS PLANTAS ORIUNDAS DA PRIMEIRA E SEGUNDA SAFRA DE SEMENTES AO FINAL DO PRIMEIRO PERÍODO VEGETATIVO NOS TRATAMENTOS DO TERRENO.**

	E	G	L	Q
1ª SAFRA	14,1a	13,8a	13,7a	13,2a
2ª SAFRA	14,0a	15,1a	14,2a	14,1a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5 % de probabilidade.

E = Enleiramento; G = Gradagem; L = Retirada da Lenha; Q = queima

#### 4.4.1.7 Comparação das alturas médias das plantas oriundas da primeira e segunda safra de sementes ao final do primeiro período vegetativo nas exposições e métodos de regeneração

Observa-se na TABELA 20 que a única diferença estatística significativa entre as alturas médias das plantas oriundas da primeira e segunda safra de sementes ocorreu na exposição leste, o que pode ter sido causado pelas características da espécie (*Pinus elliottii*), que deve ter apresentado tendências ao estiolamento em função da competição intra e inter-específica ocorrida durante o segundo ano de regeneração.

**TABELA 20 - COMPARAÇÃO DAS ALTURAS MÉDIAS (EM CM) DAS PLANTAS ORIUNDAS DA PRIMEIRA E SEGUNDA SAFRA DE SEMENTES AO FINAL DO PRIMEIRO PERÍODO VEGETATIVO NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO**

	NORTE	SUL	LESTE	OESTE	PSA
1ª SAFRA	13,0a	15,2a	14,3b	13,0a	13,0a
2ª SAFRA	13,4a	15,0a	16,6a	13,3a	13,6a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5 % de probabilidade.

PSA = Porta-sementes A

#### 4.4.2 Diâmetro da planta maior por amostra

O diâmetro da planta maior por amostra, a 10 cm do nível do solo, só foi medido e analisado no segundo ano de regeneração, pois só aí as plantas apresentavam um porte compatível para tais análises.

##### 4.4.2.1 Evolução do diâmetro da planta maior por amostra no segundo ano de regeneração nos tratamentos do terreno

Conforme mostra a TABELA 21, não houve diferença estatística significativa entre as médias dos diâmetros da planta maior por amostra nos tratamentos do terreno nos 2 levantamentos realizados. Mesmo assim, o tratamento da queima apresentou diâmetros cerca de 15 % menores que os tratamentos do enleiramento e da gradagem. O diâmetro do tratamento da retirada da lenha foi semelhante ao da queima. No outono de 1995, quando as plantas tinham um ano e meio de idade, os diâmetros nos tratamentos do enleiramento e da gradagem foram iguais a 16 mm.

O incremento em diâmetro entre os levantamentos da primavera de 1994 e do outono de 1995, período de 6 meses, foi superior a 100 % em todos os tratamentos do terreno.

TABELA 21 - EVOLUÇÃO DO DIÂMETRO (EM MM) DA PLANTA MAIOR POR AMOSTRA NO SEGUNDO ANO DE REGENERAÇÃO NOS TRATAMENTOS DO TERRENO

	E	G	L	Q
PRIM.94	7,2a	7,0a	6,4a	6,0a
OUT.95	16,0a	16,0a	14,4a	13,6a

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5 % de probabilidade.

E = Enleiramento; G = Gradagem; L = Retirada da Lenha; Q = Queima; PRIM.94 = Primavera de 1994; OUT.95 = Outono de 1995.

#### 4.4.2.2 Evolução do diâmetro da planta maior por amostra no segundo ano de regeneração nas exposições e métodos de regeneração

A média dos diâmetros da planta maior por amostra diferiu significativamente entre as exposições e métodos de regeneração tanto na primavera de 1994 como no outono de 1995 (TABELA 22). Os menores diâmetros ocorreram na área porta-sementes A e na exposição oeste que foram semelhantes estatisticamente na primavera de 1994 mas diferiram no outono de 1995 em função do pequeno incremento na área porta-sementes A e grande na exposição oeste. O que significa que a competição das árvores porta-sementes influenciou o crescimento em diâmetro principalmente a partir da primavera de 1994. A exposição sul apresentou diâmetros superiores estatisticamente às exposições norte e leste na primavera de 1994, mas no outono de 1995 estas 3 áreas se igualaram. No outono de 1995 o maior diâmetro médio foi observado na exposição sul com 18,8 mm, que foi pouco maior que o dobro do diâmetro médio da área porta-sementes A, o menor entre as áreas de estudo.

Somente na área porta-sementes A o incremento em diâmetro entre a primavera de 1994 e o outono de 1995 foi inferior a 100 %. Neste período o maior incremento ocorreu na exposição norte possivelmente em função da sua maior insolação.

TABELA 22 - EVOLUÇÃO DO DIÂMETRO (EM MM) DA PLANTA MAIOR POR AMOSTRA NO SEGUNDO ANO DE REGENERAÇÃO NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO

	NORTE	SUL	LESTE	OESTE	PSA
PRIM.94	6,5bc	8,6a	7,3b	5,7cd	5,0d
OUT.95	17,5a	18,8a	16,7a	13,2b	8,9c

Média seguida da mesma letra na linha, não difere significativamente entre si pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5 % de probabilidade.

PSA = Porta-sementes A; PRIM.94 = Primavera de 1994; OUT.95 = Outono de 1995



#### 4.4.3 Relação altura/diâmetro

A relação altura/diâmetro foi analisada, tal qual o diâmetro da planta maior por amostra, no segundo ano de regeneração, nos tratamentos do terreno e nas exposições e métodos de regeneração. Os tratamentos em que esta relação se apresenta menor, demonstra ter plantas mais equilibradas, que têm maiores chances de chegar à maturidade do povoamento.

##### 4.4.3.1 Relação altura/diâmetro da planta maior por amostra durante o segundo ano de regeneração nos tratamentos do terreno

Verifica-se na TABELA 23 que as diferenças entre as médias da relação altura/diâmetro entre os tratamentos do terreno são pequenas não chegando a ser significativas estatisticamente. Na primavera de 1994 o tratamento da queima apresentou a relação altura/diâmetro 13,5 % superior ao enleiramento, significando que este último apresentou plantas de melhor qualidade. No entanto, no outono de 1995 as diferenças entre os tratamentos foram mínimas.

A relação altura/diâmetro foi de 12 % a 23 % menor no outono de 1995 quando comparada à primavera de 1994. Isto significa que as plantas mais velhas apresentam melhor equilíbrio entre a altura e o diâmetro. Esta tendência também foi observada por CARNEIRO (1985) em mudas de *Pinus taeda* no viveiro.

TABELA 23 - RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO (EM MM) DA PLANTA MAIOR POR AMOSTRA DURANTE O SEGUNDO ANO DE REGENERAÇÃO NOS TRATAMENTOS DO TERRENO

	E	G	L	Q
PRIM.94	84,9a	91,5a	91,2a	96,4a
OUT.95	76,0a	76,5a	76,9a	78,2a

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5 % de probabilidade.

E = Enleiramento; G = Gradagem; L = Retirada da Lenha; Q = Queima; PRIM.94 = Primavera de 1994; OUT.95 = Outono de 1995.

#### 4.4.3.2 Relação altura/diâmetro da planta maior por amostra durante o segundo ano de regeneração nas exposições e métodos de regeneração

A relação altura/diâmetro da planta maior por amostra foi maior na área porta-sementes A que diferiu estatisticamente da exposição oeste que por sua vez diferiu das exposições norte, sul e leste. Estas últimas apresentaram as menores relações altura/diâmetro demonstrando que as plantas aqui presentes têm melhor qualidade (TABELA 24)

TABELA 24 - RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO (EM MM) DA PLANTA MAIOR POR AMOSTRA DURANTE O SEGUNDO ANO DE REGENERAÇÃO NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO

	NORTE	SUL	LESTE	OESTE	PSA
PRIM.94	86,1a	81,2a	81,0a	95,4b	111,4c
OUT.95	71,0a	70,6a	69,5a	78,5b	94,6c

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste "Newman e Keuls" ao nível de 5 % de probabilidade.

PSA = Porta-sementes A; PRIM.94 = Primavera de 1994; OUT.95 = Outono de 1995

A diferença entre as médias das exposições e métodos de regeneração foi igual nos 2 levantamentos. Mas, assim como nos tratamentos do terreno, no outono de 1995 a relação altura/diâmetro foi menor. Observa-se que a diferença entre as médias da relação altura/diâmetro nestas situações tem as mesmas tendências da altura da planta maior por parcela e de seus diâmetros que são os componentes deste parâmetro.

Em geral, todas as características morfológicas aqui analisados não sofreram influência do tratamento do terreno, com exceção da altura da planta maior por amostra (item 4.4.1.3) nas plantas oriundas da primeira safra de sementes. Isto significa que em termos de desenvolvimento e qualidade das plantas, todos os tratamentos do terreno aqui aplicados são satisfatórios.

Quanto as exposições e métodos de regeneração, a porta-sementes A sempre apresentou as menores plantas e de menor qualidade no segundo ano de regeneração. Como esta área não

apresentou grande melhoria em termos de densidade de plantas com a segunda safra de sementes, a retirada das árvores porta-sementes é recomendável no inverno do segundo ano de regeneração. Nesta época as plantas não emitem novos módulos de crescimento o que as torna menos susceptíveis aos danos da remoção das porta-sementes. Na primavera do mesmo ano as plantas já estariam livres para um bom desenvolvimento.

A exposição oeste, embora apresente plantas morfológicamente inferiores no primeiro ano de regeneração, demonstra boa reação de crescimento no segundo ano, indicando não apresentar problemas de tamanho e qualidade das plantas no futuro.

As demais exposições, norte, sul e leste sempre apresentaram plantas com boas características morfológicas, não tendo qualquer indicio de problemas no desenvolvimento das plantas.

#### 4.5 VEGETAÇÃO COMPETIDORA

Conforme descrito em material e métodos, foram feitos levantamentos da cobertura da superfície do solo, pela vegetação competidora nas áreas de estudo, antes da intervenção e durante os 2 primeiros anos do processo regenerativo.

O recobrimento do solo por acículas foi considerado como um grupo de vegetação competidora, por exercer influência sobre o estabelecimento das plantas, e pelo fato de seu levantamento ter sido feito simultaneamente e de mesma forma à vegetação competidora.

Para efeito de análise as plantas anuais foram agrupadas em um só tipo de vegetação por considerar-se que seu efeito na competição é similar. Da mesma forma, foram agrupadas as plantas arbustivas e arbóreas que marcaram pouca presença por ocasião dos levantamentos.

Cada espécie ou grupo de espécies recebeu um código alfabético que foi utilizado neste capítulo por ocupar menos espaço.

As principais espécies e ou, gêneros identificados com seus respectivos códigos foram os seguintes:

- A - *Panicum helobium* Mez ex Henrard - Poaceae
- B - *Panicum grumosum* Nees - Poaceae
- C - *Rhynchospora corymbosa* (L.) Britton - Cyperaceae
- D - *Lophosoria quadripinnata* (Gmel) C. Chr. - Cyatheaceae
- E - Acículas
- F - Plantas arbustivas e arbóreas
  - *Jacaranda puberula* Cham. - Bignoniaceae
  - *Casearia obliqua* Sprengel - Flacourtiaceae
  - *Solanum* sp. - Solanaceae
- G - Plantas anuais
  - *Conyza bonariensis* (L.) Cronq. - Asteraceae
  - *Eupatorium tweedianum* Hook & Arn. - Asteraceae
  - *Phytolacca thyrsoflora* Fenzl. ex Schmidt - Phytolaccaceae
  - *Gnaphalium* sp. - Asteraceae
  - *Richardia* sp. - Rubiaceae
- H - *Panicum pilosum* Swartz - Poaceae
- I - *Panicum glutinosum* Swartz - Poaceae
- J - *Panicum demissum* Trin. - Poaceae
- K - *Baccharis* sp. - Asteraceae
- L - Outras espécies

#### 4.5.1 Cobertura do solo nas áreas experimentais antes da intervenção

Embora as áreas de estudo estivessem dispersas, e em alguns casos, distantes umas das outras nos povoamentos (FIGURA 1) os tipos de vegetação que recobriram o solo apresentaram certa constância. As plantas anuais e as plantas arbustivas e arbóreas marcaram pouca presença em todas as áreas de estudo, assim como a vegetação A, que apareceu com

abundância elevada em todas as áreas (TABELA 25). Isto significa que em toda a fazenda de 222 ha a distribuição da vegetação baixa foi até certo ponto homogênea.

As acículas e a gramínea tipo A foram os grupos de maior cobertura do solo nas áreas de estudo. A cobertura das primeiras, apesar de compor mais de 50 % da cobertura total em áreas como a sul e apenas 20 % da área norte, não é considerada como elevada, já que muitos povoamentos jovens de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* apresentam 100 % da cobertura da superfície do solo por acículas.

TABELA 25 - PORCENTAGEM DE COBERTURA DO SOLO NAS ÁREAS DE ESTUDO ANTES DA INTERVENÇÃO

ÁREA	VEGETAÇÃO								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
NORTE	42,1	12,9	4,9	4,5	20,0	2,2	1,5	7,5	4,4
SUL	30,2	1,4	6,8	5,0	55,3	0,6	0,0	0,5	0,2
LESTE	25,0	5,9	0,1	8,2	49,2	1,7	0,0	6,4	3,5
OESTE	19,7	6,2	1,2	19,5	41,6	0,2	2,3	6,0	3,3
PSA	48,2	1,9	1,2	0,2	44,3	0,3	0,0	2,2	1,7
PSB	22,7	4,9	14,0	17,5	38,5	0,6	0,0	1,5	0,3

A = *Panicum helobium*; B = *Panicum grumosum*; C = *Rhynchospora corymbosa*; D = *Lophosoria quadripinnata*; E = Acículas; F = Plantas arbustivas-arbóreas; G = Plantas anuais; H = *Panicum pilosum*; I = *Panicum glutinosum*.

PSA = Porta-sementes A; PSB = Porta-sementes B

O percentual relativamente baixo da cobertura por acículas é função da boa luminosidade recebida no piso florestal devida aos 5 desbastes realizados nestes povoamentos, o que permitiu uma elevada decomposição das acículas e surgimento de outras vegetações. As demais vegetações não apareceram de forma muito expressiva, embora tenham ocorrido em pequenas porcentagens em todas as áreas.

Entre as gramíneas predominou o gênero *Panicum*. O tipo B é um *Panicum* de porte mais elevado que as outras espécies deste gênero aqui encontradas, podendo apresentar até 1,5 m de altura. Sua ocorrência foi expressiva nesta fase apenas na área norte. O tipo H e I *Panicum*

*pilosum* e *Panicum glutinosum* respectivamente ocorreram em pequenas porcentagens. A segunda apresenta porte variado, mas suas inflorescências podem atingir 1,5 m. A primeira apresenta porte baixo e se instala principalmente em solos com certa compactação como antigos caminhos.

A *Cyperaceae*, *Rhynchospora corymbosa*, que aparece em todas as áreas, tem um porte elevado, 1,0 m a 1,5 m de altura, mas devido suas folhas finas e, em alguns casos, densidades baixas não perfaz uma cobertura elevada a não ser na área porta-sementes B. A samambaia *Lophosoria quadripinnata* aparece em manchas densas. Sua presença é elevada nas áreas oeste e porta-sementes B.

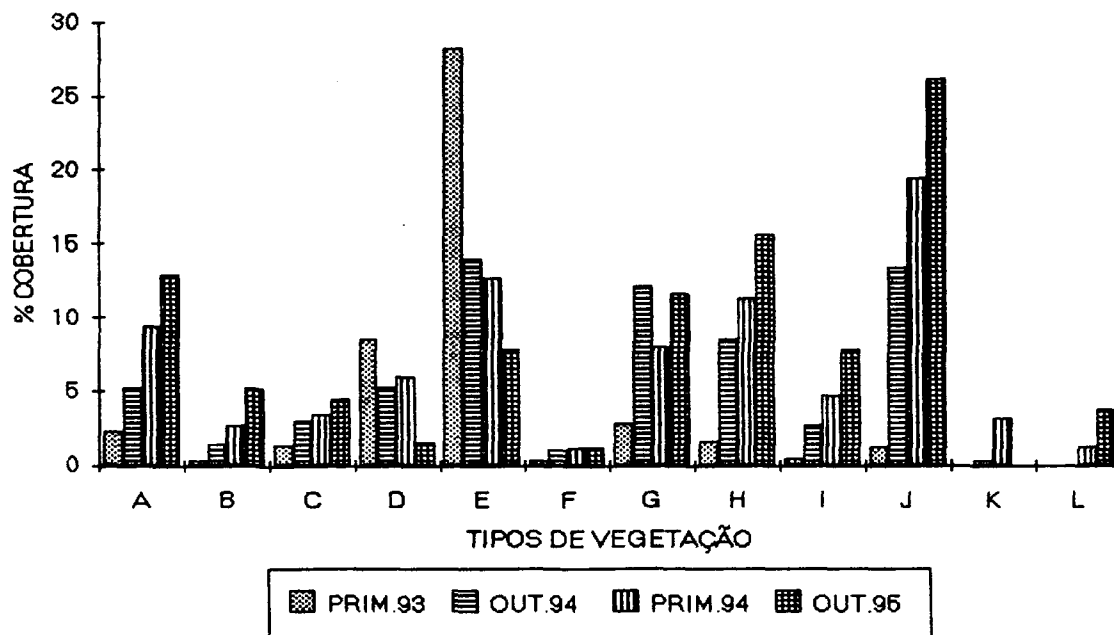
#### 4.5.2 Evolução da cobertura do solo pelos diferentes tipos de vegetação nos 2 primeiros anos de regeneração

Observa-se na FIGURA 12 que as gramíneas compostas pelos tipos A, B, H, I e J foram se expandindo com o passar do tempo a partir da intervenção. A cada meio ano a cobertura do solo por estes tipos de gramíneas aumentou de 30 % a até mais de 100 % independentemente da estação do ano. A *Panicum grumosum* (tipo B) e a *Panicum glutinosum* (tipo I) foram as gramíneas que mais evoluíram continuamente de levantamento em levantamento, apesar de apresentarem uma porcentagem de cobertura não muito elevada ao final do segundo ano de regeneração. *Panicum demissum* foi a gramínea que marcou maior presença a partir do outono de 1994. A *Cyperaceae* tipo C também apresentou a tendência de expansão a cada levantamento. As espécies arbustivo-arbóreas se mantiveram constantes nos últimos 3 levantamentos com baixa porcentagem de cobertura.

As samambaias apresentaram maior porcentagem de cobertura do solo na primavera que no outono. Isto porque esta vegetação surge vigorosa na primavera e suas folhas vão definhando a partir do final do verão indicando um ciclo vegetativo relativamente curto. No primeiro ano após intervenção esta vegetação ocorreu de forma mais abundante que no segundo

ano, o que possivelmente se deve a preferência desta espécie por locais sombreados já que sua ocorrência foi constante no povoamento maduro antes da intervenção.

FIGURA 12 - COBERTURA DO SOLO PELOS DIFERENTES TIPOS DE VEGETAÇÃO NOS 2 PRIMEIROS ANOS DE REGENERAÇÃO



A = *Panicum helobium*; B = *Panicum grumosum*; C = *Rhynchospora corymbosa*; D = *Lophosoria quadripinnata*; E = Acículas; F = Plantas arbustivo-arbóreas; G = Plantas anuais; H = *Panicum pilosum*; I = *Panicum glutinosum*; J = *Panicum demissum*; K = *Baccharis* sp. L = Outras espécies; PRIM.93 = Primavera de 1993; OUT.94 = Outono de 1994; PRIM.94 = Primavera de 1994; OUT.95 = Outono de 1995.

As plantas anuais apresentaram maior porcentagem de cobertura no outono que na primavera. Isto significa que as espécies deste grupo continuam se expandindo durante o verão vindo a perecer apenas no final do outono com a ocorrência das geadas. Observou-se também que algumas espécies deste grupo como a *Conyza bonariensis* e a *Richardia* sp. apresentam grande desenvolvimento já a partir da primavera, enquanto espécies como *Eupatorium tweedianum* têm maior desenvolvimento a partir de meados do verão.

A porcentagem de cobertura das acículas decresceu no decorrer dos levantamentos. A principal razão para este decréscimo foi a decomposição acelerada em função da luminosidade e a invasão de vegetações como o *Panicum helobium* nas camadas menos espessas, o que fez com que esta última se projetasse sobre as acículas.

Os *Baccharis* começaram a aparecer no outono de 1994 e se proliferaram rapidamente nos 6 meses seguintes. Como esta vegetação se instalou com elevada densidade em apenas algumas parcelas, optou-se por sua eliminação logo após o levantamento da primavera de 1994 para que não houvesse interferência no desenvolvimento das plantas estabelecidas. Como nesta época os *Baccharis* tinham porte pequeno, as parcelas permaneceram recobertas pelos outros tipos de vegetação.

A partir da primavera de 1994 começaram a surgir alguns tipos de vegetações, principalmente gramíneas, cujas espécies representavam uma porcentagem de cobertura pequena e inconstante. Razão pela qual considerou-se esta vegetação como outras espécies que não foram identificadas.

#### 4.5.3 Evolução da cobertura do solo nos tratamentos de preparo do terreno durante os 2 primeiros anos de regeneração

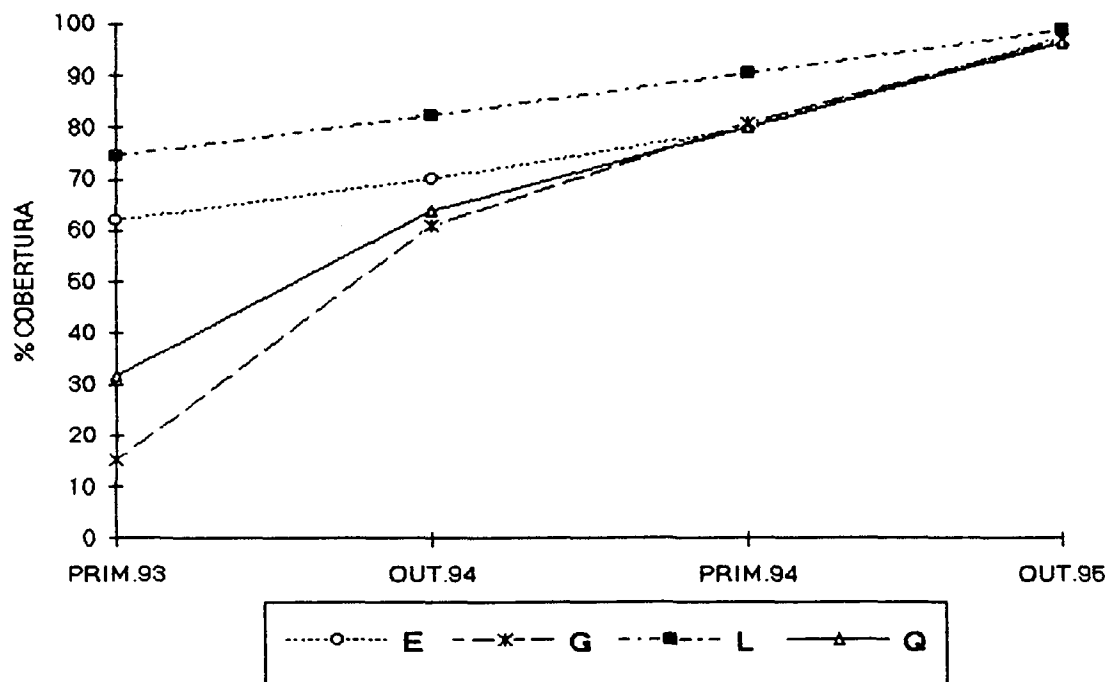
A FIGURA 13 mostra claramente que a cobertura do solo foi elevada 6 meses após intervenção nos tratamentos do enleiramento e da retirada da lenha. Isto porque nestes tratamentos a eliminação da vegetação competidora e das acículas existentes no povoamento maduro ocorreu apenas pela ação das operações de colheita. No tratamento da retirada da lenha a cobertura das acículas aumentou após intervenção, já que, as acículas das árvores derrubadas permaneceram no local.

O tratamento da gradagem que apresentou um solo quase que totalmente exposto após intervenção, teve uma cobertura pequena 6 meses depois. Fator que deve ter contribuído para o elevado número de plantas estabelecidas neste tratamento. Por outro lado, o solo descoberto também deve ter contribuído para uma elevada predação de sementes.

No tratamento da queima, o fogo eliminou a maior parte da vegetação competidora. No entanto, ficaram algumas camadas de acículas e houve brotação rápida das samambaias já na primavera de 1993. Mesmo assim, a cobertura nesta época foi pouco elevada.



FIGURA 13 - EVOLUÇÃO DA COBERTURA DO SOLO NOS TRATAMENTOS DE PREPARO DO TERRENO DURANTE OS 2 PRIMEIROS ANOS DE REGENERAÇÃO.



PRIM.93 = Primavera de 1993; OUT.94 = Outono de 1994; PRIM.94 = Primavera de 1994; OUT.95 = Outono de 1995; E = Enleiramento; G = Gradagem; L = Retirada da Lenha; Q = Queima

Nestes 2 últimos tratamentos a evolução da cobertura do solo foi muito rápida nos próximos 6 meses, ou seja, na segunda metade do primeiro ano após intervenção. No segundo ano de regeneração a cobertura do solo continuou evoluindo, porém de forma menos intensa.

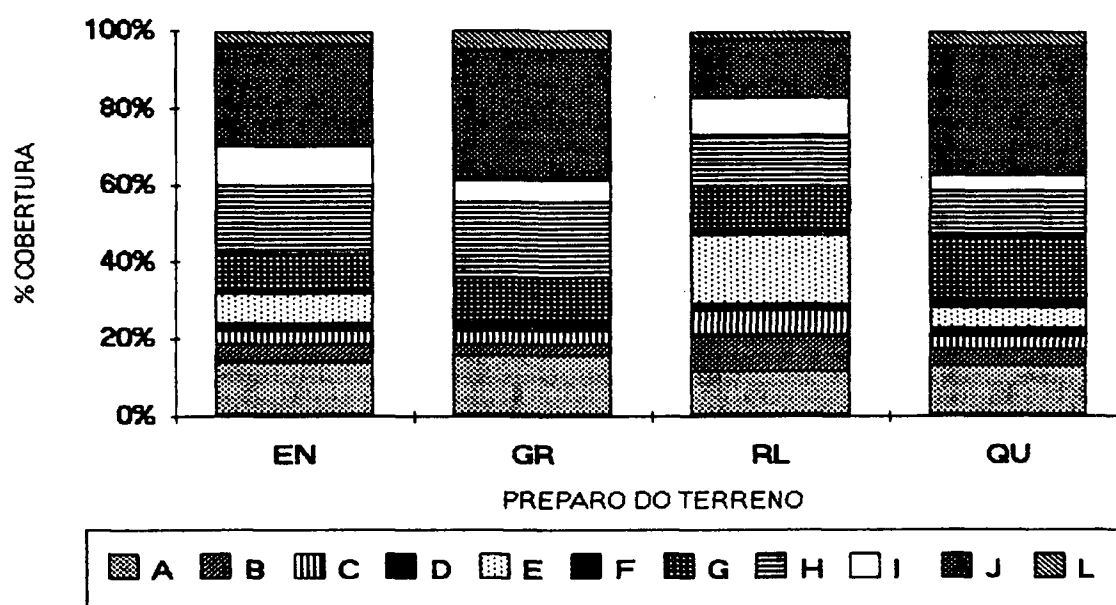
Nos tratamentos do enleiramento e da retirada da lenha a evolução da cobertura do solo foi mais lenta e constante. Em média, nestes tratamentos, ocorreu 10 % a mais de cobertura a cada levantamento (6 meses).

Dois anos após intervenção todos os tratamentos de preparo do terreno apresentaram uma porcentagem de cobertura semelhante. O que significa que estes têm influência na cobertura do solo apenas nos dois primeiros anos.

#### 4.5.4 Cobertura do solo pelos diferentes tipos de vegetação 2 anos após intervenção nos tratamentos do preparo do terreno

Pode-se observar na FIGURA 14 que alguns tipos de vegetação se instalam preferencialmente em determinados tratamentos de preparo do terreno. Assim, o tipo A ocorreu com maior abundância no enleiramento e na gradagem. O tipo B se fez mais presente na retirada da lenha, o mesmo ocorrendo com o tipo C. Possivelmente estes 2 últimos, que apresentam porte elevado, se expandiram a partir de plantas já existentes no povoamento maduro e que foram pouco danificadas por ocasião dos cortes de regeneração.

FIGURA 14 - COBERTURA DO SOLO PELOS DIFERENTES TIPOS DE VEGETAÇÃO 2 ANOS APÓS INTERVENÇÃO NOS TRATAMENTOS DE PREPARO DO TERRENO.



EN = Enleiramento; GR = Gradagem; RL = Retirada da lenha; QU = Queima; A = *Panicum helobium*; B = *Panicum grumosum*; C = *Rhynchospora corymbosa*; D = *Lophosoria quadripinnata*; E = *Actículas*; F = Plantas arbustivo-arbóreas; G = Plantas anuais; H = *Panicum pilosum*; I = *Panicum glutinosum*; J = *Panicum demissum*; L = Outras espécies.

A distribuição das samambaias, apesar de não aparecer com muita clareza na FIGURA 14 em função da baixa cobertura do solo nesta época, se apresenta com maior abundância nos

tratamentos da queima e da gradagem. O que significa que nem o fogo nem o revolvimento do solo impedem sua proliferação.

As acículas continuam presentes com maior abundância na retirada da lenha e no enleiramento. O que ocorreu devido aos poucos distúrbios provocados a esta cobertura por ocasião da intervenção, além da permanência das copas das árvores abatidas no local, por ocasião da exploração, no tratamento da retirada da lenha.

A vegetação arbustivo-arbórea se apresentou de forma inexpressiva em todos os tratamentos.

As plantas anuais aparecem em maior porcentagem de cobertura no tratamento da queima. É possível que o fogo tenha promovido a germinação de sementes dormentes desta vegetação, como também é provável que a área queimada tenha criado condições locais favoráveis ao estabelecimento destas plantas pela menor competição inicial e pelos nutrientes encontrados nas cinzas. Plantas deste grupo também têm características pioneiras, o que faz com que se instalem em áreas pouco povoadas por outros vegetais.

A gramínea tipo H predominou no enleiramento e na gradagem sem razões claras. Já a tipo I ocorreu com maior abundância na retirada da lenha e no enleiramento possivelmente pelas mesmas causas das vegetações do tipo B e C.

A gramínea tipo J teve maior ocorrência na queima e na gradagem. Como estas duas áreas tiveram as menores coberturas do solo logo após a intervenção, é possível que esta espécie tenha preferência por locais de pouca competição. As condições locais proporcionadas por estes tratamentos também pode ter influenciado sua instalação.

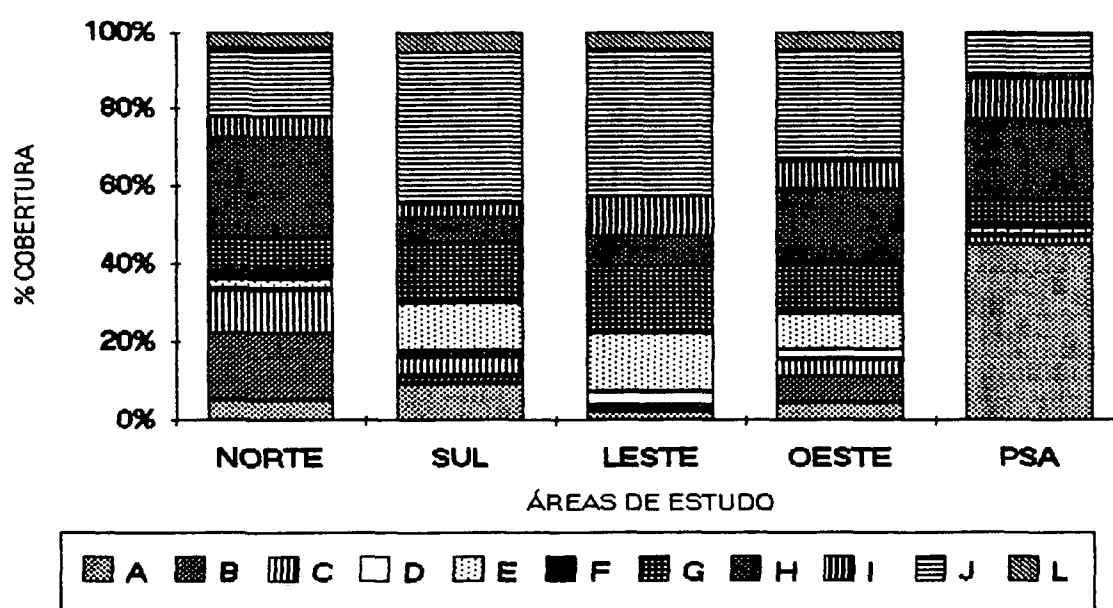
#### 4.5.5 Cobertura do solo pelos diferentes tipos de vegetação 2 anos após intervenção nas exposições e métodos de regeneração

Alguns tipos de vegetação como o B, C, D e F apresentaram maior ocorrência nas mesmas áreas em que foram abundantes no povoamento antes da intervenção (TABELA 25 e FIGURA 15). Isto ocorreu principalmente em função da proliferação dos restos vegetais que foram

pouco afetados por preparos de terreno como o enleiramento e a retirada da lenha. As samambaias do tipo D não foram afetadas nem mesmo pelos tratamentos de maior impacto como a gradagem e o fogo. Parte desta continuidade de ocorrência nas mesmas áreas, também pode ter sido provocada pela disseminação de sementes destes vegetais à curtas distâncias.

A vegetação tipo A (*Panicum helobium*) que, antes da intervenção, cobria proporções consideráveis do solo na área porta-sementes A, e nas exposições norte e sul, também se fez mais presente nestas áreas 2 anos após intervenção. Embora, sua ocorrência na área porta-sementes A tenha sido muito maior que nas outras duas, chegando a perfazer 44 % da cobertura desta área. Fato que pode ter como causa a menor luminosidade recebida nesta área. SMITH *et al.*(1982) relatam que no estado de Santa Catarina esta espécie pode aparecer como esciófita. Observou-se também que a cobertura das árvores porta-sementes protegeram esta vegetação de maiores danos causados pelas geadas. As quais, nas exposições do método de cortes em faixas, queimaram severamente esta gramínea.

FIGURA 15 - COBERTURA DO SOLO PELOS DIFERENTES TIPOS DE VEGETAÇÃO 2 ANOS APÓS INTERVENÇÃO NAS EXPOSIÇÕES E MÉTODOS DE REGENERAÇÃO



A = *Panicum helobium*; B = *Panicum grumosum*; C = *Rhynchospora corymbosa*; D = *Lophosoria quadripinnata*; E = Acículas; F = Plantas arbustivo-arbóreas; G = Plantas anuais; H = *Panicum pilosum*; I = *Panicum glutinosum*; J = *Panicum demissum*; L = Outras espécies.

As acículas também ocorreram com maior abundância nas mesmas áreas em que apresentaram elevada porcentagem de cobertura antes da intervenção. Neste caso, a única exceção ocorreu na área porta-sementes A, que apresentou uma cobertura de acículas insignificante nesta época. Isto deve ter ocorrido em função do menor número de árvores colhidas nesta área que deixaram menos acículas no tratamento da retirada da lenha. A vegetação tipo A, bastante presente nesta área, também se mostrou com tendências a invadir as áreas cobertas por acículas, principalmente nas camadas mais finas.

As plantas anuais embora tenham ocorrência expressiva em todas as áreas, se fizeram mais presentes nas exposições sul, leste e oeste por razões pouco claras. Muitas espécies deste grupo têm sementes muito leves, que se disseminam à longas distâncias e os indivíduos se instalam onde encontram espaço disponível.

As gramíneas tipo H e I se mantiveram em maior abundância, assim como antes da intervenção, nas exposições norte, leste e oeste, mas também ocorreram expressivamente na área porta-sementes A, possivelmente pela sua preferência por locais de meia-sombra.

A gramínea tipo J (*Panicum demissum*) não ocorreu no povoamento antes da intervenção, mas nesta fase, foi uma das espécies mais abundantes. Observou-se que sua instalação ocorreu rapidamente já no primeiro ano de regeneração, principalmente nas áreas livres de competição. Sua ocorrência foi expressiva em todas as áreas estudadas, embora tenha se projetado mais nas exposições sul e leste, também por razões pouco claras.

#### 4.5.6 Influência dos tipos de vegetação sobre o número de plantas estabelecidas com a primeira safra de sementes (1993)

A influência da vegetação competidora sobre o número de plantas estabelecidas foi analisada através da análise de agrupamentos conforme descrição no item 3.10 em material e métodos.

Os grupos foram definidos através dos dendrogramas. Assim, a FIGURA 16 mostra o dendrograma da exposição leste do qual resultou a classificação de 6 grupos distintos. O corte

foi realizado a 50 % da distância de ligação, altura em que se obteve a classificação de grupos mais coerente. Os dendrogramas das demais áreas de estudo estão apresentados no ANEXO 2A.

A influência de cada tipo de vegetação competidora sobre o número de plantas estabelecidas pode ser deduzida da TABELA 26.

Para efeito de análise foram considerados os tipos de vegetação que apresentaram no mínimo 40 % de cobertura no grupo. Pois uma cobertura inferior certamente tem pouca influência sobre o número de plantas estabelecidas, já que estas dispõe, neste caso, 60 % de área coberta por outra vegetação, e ou, sem cobertura.

No primeiro grupo da área porta-sementes A existe uma cobertura elevada da vegetação tipo A (66,7 %). Neste grupo foram estabelecidas em média 7,8 plantas/m<sup>2</sup>, enquanto o número médio de plantas estabelecidas em todos os grupos desta área foi de 14,5 plantas/m<sup>2</sup>. Portanto onde predominou a gramínea *Panicum helobium* foi observado um número de plantas menor, indicando influência negativa desta vegetação no estabelecimento de plantas pela regeneração natural. A razão desta influência é a alta densidade de suas ramificações que não deixa lugar para o estabelecimento de plantas jovens de pinus.

A vegetação tipo B apresenta elevada porcentagem de cobertura no grupo 1 da exposição norte e 2 da exposição oeste. Em ambos os casos, o número de plantas estabelecidas foi bastante inferior à média dos grupos destas áreas, indicando sua influência negativa no estabelecimento de plantas, o que se deve ao seu porte e densidade elevados.

A ciperácea tipo C só apareceu em considerável grau de cobertura no grupo 5 da exposição norte. O que se deve a sua distribuição esparsa nesta fase. Este grupo apresentou um número de plantas estabelecidas médio, o que significa que este número não foi influenciado por esta espécie.

As samambaias tipo D aparecem com elevada porcentagem de cobertura nos grupos 1 da exposição sul, 2 da exposição leste e 4 da exposição oeste. Nos 2 últimos grupos citados o número de plantas estabelecidas está próximo à média. Já no grupo 1 da exposição sul este número é consideravelmente inferior à média da área. Isto significa que apenas nas áreas onde

a samambaia ocorre em elevada concentração, sua presença inibe até certo grau o estabelecimento de plantas. Esta influência só não é mais severa graças ao curto período vegetativo desta espécie.

As acículas tipo E aparecem concentradas nos grupos 5 da exposição sul, 3 da exposição leste e oeste e 2 da área porta-sementes A. Em todos eles o número de plantas estabelecidas foi pelo menos 100 % inferior à média dos grupos da área. Portanto, as acículas inibem de forma pronunciada o estabelecimento de plantas. Este fato já tinha sido observado por GRANO (1949) na regeneração natural de *Pinus taeda* e *Pinus echinata* no sul dos Estados Unidos.

As plantas arbustivo-arbóreas, tipo F, aparecem em pequenas porcentagens de forma dispersa em todas as áreas.

As plantas anuais, tipo G, formaram cobertura elevada nos grupos 3 da exposição sul e 6 da área porta-sementes A. Em ambos os casos o número de plantas estabelecidas foi consideravelmente superior à média destas áreas. Isto significa que as áreas de ocorrência das plantas anuais são propícias ao estabelecimento das plantas de pinus. Possivelmente as plantas anuais diminuem a visualização das sementes pelos predadores e talvez sua sombra permita uma maior sobrevivência das plântulas em épocas de pouca chuva. Como o ciclo vegetativo destas espécies é curto, elas não chegam a prejudicar as plantas jovens de *Pinus* por competição.

As gramíneas do tipo I aparecem em concentração considerável nos grupos 5 da exposição leste e 3 da área porta-sementes A. O primeiro grupo apresentou um número de plantas estabelecidas superior à média e o segundo próximo à média. Portanto esta gramínea não afeta o estabelecimento de plantas nesta fase, podendo até favorecer sua presença.

A gramínea tipo H se concentrou nos grupos 6 da exposição norte e 4 da exposição leste e da área porta-sementes A. Os 2 primeiros apresentaram um número de plantas superior à média e o último próximo à média. Isto significa que esta gramínea cria condições favoráveis ao estabelecimento de plantas. Suas folhas ocultam as sementes da ação dos predadores e por apresentarem espaço entre elas não prejudicam o estabelecimento das plantas.

FIGURA 16 - DENDROGRAMA DA PORCENTAGEM DE COBERTURA DO SOLO PELOS TIPOS DE VEGETAÇÃO COMPETIDORA NA EXPOSIÇÃO LESTE, AO FINAL DO PRIMEIRO ANO DE REGENERAÇÃO

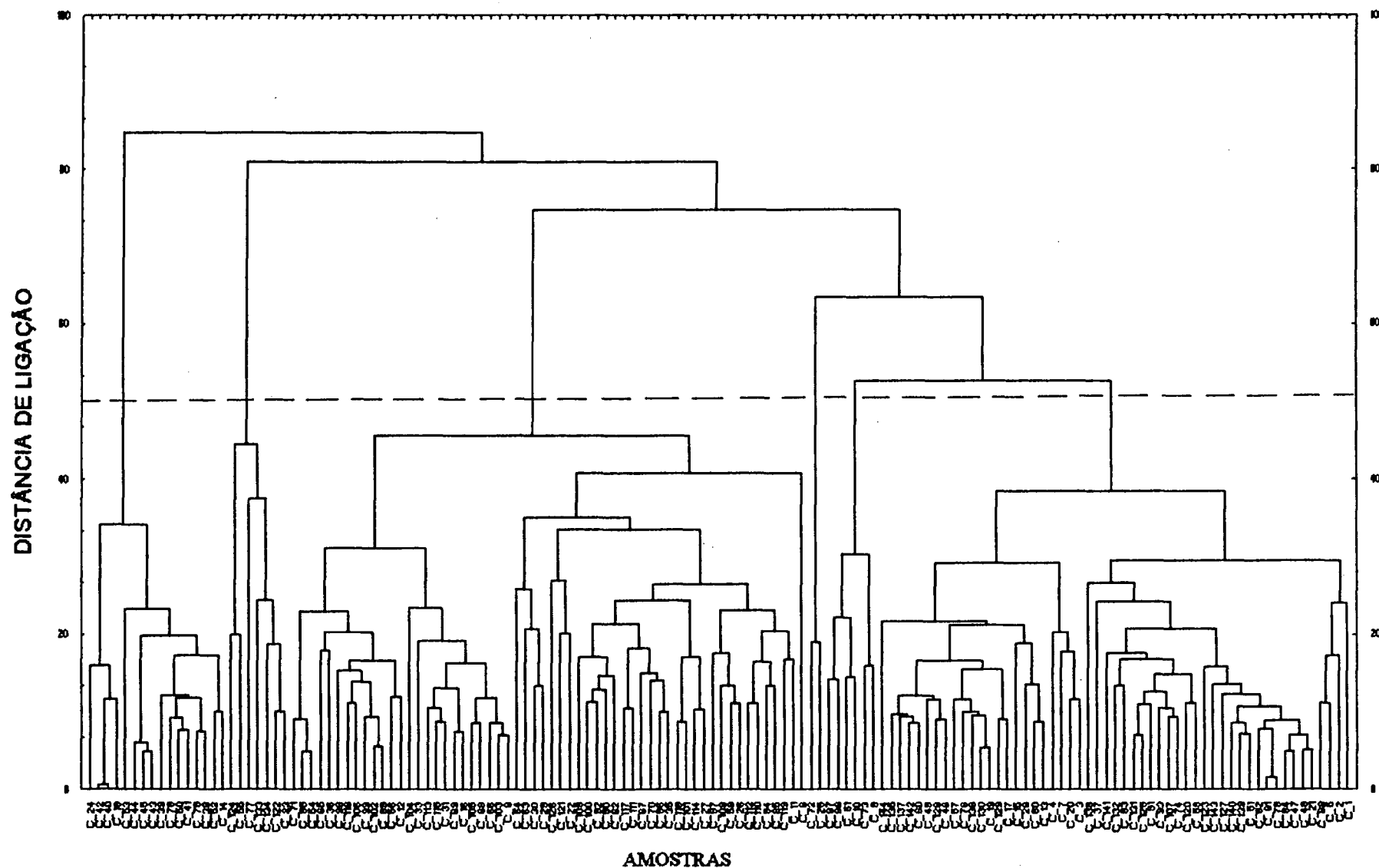




TABELA 26 - PORCENTAGEM DE COBERTURA DO SOLO PELOS TIPOS DE VEGETAÇÃO AO FINAL DO PRIMEIRO ANO DE REGENERAÇÃO E NÚMERO MÉDIO DE PLANTAS ESTABELECIDAS COM A PRIMEIRA SAFRA DE SEMENTES (1993) NOS GRUPOS DEFINIDOS PELOS DENDROGRAMAS

ÁREA	GR.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	NM
NORTE	1	4,0	<b>51,0</b>	2,0	0,0	26,0	4,0	6,0	0,0	2,0	0,0	0,2
	2	7,4	6,3	8,9	1,3	30,5	2,1	11,6	11,1	2,6	1,3	0,6
	3	2,9	4,2	2,5	0,4	0,0	5,4	5,0	3,3	7,5	<b>60,0</b>	0,3
	4	8,0	4,6	4,2	2,0	0,5	3,1	9,6	9,2	7,3	25,5	0,5
	5	2,5	0,0	<b>45,0</b>	0,0	7,5	0,0	7,5	25,0	2,5	0,0	0,6
	6	3,9	2,4	7,3	1,9	2,3	1,5	11,5	<b>43,5</b>	3,5	4,2	1,0
	M	4,8	11,4	11,6	0,9	11,1	2,7	8,5	15,4	4,2	15,2	0,5
SUL	1	0,0	0,0	10,0	<b>63,3</b>	21,7	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	3,2
	2	2,9	0,0	0,6	1,3	2,7	0,1	10,5	3,3	2,4	<b>40,1</b>	4,9
	3	2,5	0,0	0,0	5,0	10,0	0,0	<b>65,0</b>	2,5	0,0	0,0	10,2
	4	4,4	0,2	1,7	2,8	9,4	1,0	20,6	2,5	1,2	7,3	6,1
	5	2,1	0,3	1,0	1,5	<b>57,3</b>	1,1	7,6	4,4	1,1	6,3	1,1
	M	2,4	0,1	2,7	14,8	20,2	0,4	21,7	2,5	1,1	10,5	5,1
LESTE	1	0,6	0,0	0,0	5,3	0,0	0,6	7,2	1,6	0,6	72,2	3,9
	2	0,0	0,0	0,0	<b>55,7</b>	1,4	0,7	10,7	4,3	0,0	10,7	5,0
	3	0,8	0,0	0,5	8,8	<b>48,2</b>	0,3	10,7	4,7	1,9	6,6	2,5
	4	0,0	0,0	0,0	5,0	10,0	5,0	0,0	<b>62,5</b>	7,5	0,0	7,8
	5	0,0	0,0	0,0	4,2	3,3	0,8	6,7	10,8	<b>50,0</b>	0,8	10,8
	6	0,6	0,3	0,5	4,7	4,5	0,7	10,5	7,4	1,7	22,7	4,7
	M	0,3	0,1	0,2	14,0	11,2	1,4	7,6	15,2	10,3	18,9	5,8
OESTE	1	0,6	0,0	0,0	1,9	0,0	1,3	10,0	2,5	2,5	<b>67,5</b>	1,9
	2	0,0	<b>60,0</b>	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	0,0	2,5	1,3
	3	0,0	0,7	1,3	11,0	<b>73,0</b>	0,7	7,3	2,0	0,7	0,3	1,1
	4	3,6	0,0	2,7	<b>50,0</b>	6,4	0,5	20,9	9,1	0,0	1,8	2,0
	5	2,1	0,8	1,1	11,6	9,1	1,0	15,2	7,7	1,5	15,4	4,6
	M	1,3	12,3	2,0	14,9	18,7	0,7	11,7	4,3	0,9	17,5	2,2
PSA	1	<b>66,7</b>	0,0	2,2	0,0	12,2	1,1	3,3	10,0	0,6	0,0	7,8
	2	8,2	0,0	0,3	0,6	<b>65,0</b>	1,2	1,4	2,7	1,5	0,0	5,9
	3	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	17,5	<b>45,0</b>	0,0	15,3
	4	20,0	0,0	0,8	0,0	2,1	0,8	7,1	<b>48,8</b>	0,8	0,0	15,1
	5	3,3	0,0	0,6	0,0	3,9	1,1	7,8	4,4	0,6	37,8	13,3
	6	6,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	<b>67,0</b>	2,0	0,0	1,0	22,4
	7	10,6	0,0	0,2	0,7	6,3	0,5	12,0	7,9	1,0	4,3	21,9
	M	17,5	0,0	0,6	0,2	12,9	0,7	14,8	13,3	7,1	6,2	14,5

GR = Grupo definido no dendrograma; NM = Número de plantas estabelecidas por m<sup>2</sup>; M = média da área de estudo. PSA = Porta-sementes A.

A = *Panicum helobium*; B = *Panicum grumosum*; C = *Rhynchospora corymbosa*; D = *Lophosoria quadripinnata*; E = *Aciculas*; F = Plantas arbustivo-arbóreas; G = Plantas anuais; H = *Panicum pilosum*; I = *Panicum glutinosum*; J = *Panicum demissum*.

A vegetação tipo J ocorreu em elevada porcentagem de cobertura nos grupos 3 da exposição norte, 1 da exposição leste e oeste e 2 da exposição sul. Nos 2 últimos o número de plantas estabelecida se apresentou próximo à média dos grupos de cada área. Já nos 2 primeiros este número foi inferior à média. Portanto, esta gramínea tem a tendência de inibir o estabelecimento de plantas. Fato que se deve ao seu aparecimento vigoroso a partir da metade do primeiro ano após intervenção. Suas ramificações são muito densas formando um "tapete de cobertura" e as plantas que não germinaram antes da sua cobertura têm poucas chances de estabelecimento a partir nesta fase.

#### 4.5.7 Influência dos tipos de vegetação sobre o número de plantas estabelecidas com a segunda safra de sementes (1994)

As análises foram aqui realizadas da mesma forma que no item anterior. A FIGURA 17 mostra o dendrograma da área porta-sementes A, onde o corte realizado à 58 % da distância de ligação resultou na definição de 5 grupos distintos. Os dendrogramas das demais áreas de estudo estão apresentados em ANEXO 2B. A área porta-sementes B não foi incluída nesta análise por pertencer a anos diferentes de intervenção.

Analisando-se a TABELA 27 pode-se interpretar a influência de cada tipo de vegetação no número de plantas estabelecidas.

A gramínea tipo A apareceu em alta porcentagem de cobertura nos grupos 5 da exposição sul e 3 da área porta-sementes A. Estes grupos apresentaram um número de plantas estabelecidas bastante inferior à média das respectivas áreas. Isto significa que esta vegetação teve uma influência negativa muito forte no estabelecimento das plantas nesta fase. Esta influência mais forte quando comparada à exercida sobre as plantas estabelecidas com a primeira safra de sementes se deve ao maior desenvolvimento em altura e densidade desta gramínea nesta fase.

Esta mesma influência foi deduzida a respeito da vegetação tipo B nos grupos 7 da exposição norte, 6 da exposição sul e 1 da exposição oeste. E também da vegetação tipo C nos

grupos 5 da exposição norte e 6 da exposição oeste. O grupo 4 da exposição sul, com elevada concentração da vegetação tipo C, apresenta um número de plantas semelhante à média da área, o que mostra que esta vegetação, apesar de afetar o número de plantas estabelecidas, não exerce uma influência negativa tão forte sobre estas, quanto as do tipo A e B.

As samambaias tiveram uma porcentagem de cobertura muito pequena e dispersa nesta fase como pode ser observado na FIGURA 12. O mesmo acontecendo com as plantas arbustivo-arbóreas do tipo F.

As acículas aparecem com elevada porcentagem de cobertura nos grupos 2 da exposição leste, 4 da exposição oeste e da área porta-sementes A e 7 da exposição sul. Os 2 primeiros grupos continuam com um número de plantas estabelecidas inferior à média das respectivas áreas. O último apresenta um número de plantas médio e o grupo 4 da área porta-sementes A superou a média, o que se explica pelas camadas mais finas de acículas nesta área e também à grande concorrência de outras vegetações, principalmente as gramíneas. De qualquer forma, a influência das acículas sobre o número de plantas aqui estabelecidas é menor que a influência sobre as plantas estabelecidas com a primeira safra de sementes. O que se deve à decomposição gradativa das camadas de acículas tornando-as mais permeáveis ao desenvolvimento radicial.

As plantas anuais que se concentram nos grupos 3 da exposição sul e 7 da exposição oeste apresentam um número de plantas estabelecidas próximo à média. O que significa que estas plantas não afetaram a regeneração natural nesta fase.

A gramínea tipo H que se concentrou no grupo 6 da exposição norte continuou mostrando que sua presença favorece o estabelecimento de plantas. Já o grupo 5 da área porta-sementes A, que também teve elevada concentração desta gramínea, apresentou um número de plantas próximo à média, assim como no item anterior.

A vegetação tipo I marcou maior presença nesta época. Ela ocorreu marcadamente nos grupos 2 da exposição sul, 5 da exposição oeste e 1 da exposição leste e da área porta-sementes A. Em todos estes grupos o número de plantas estabelecidas foi consideravelmente inferior à média das respectivas áreas. Isto significa que esta gramínea teve influência negativa

FIGURA 17 - DENDROGRAMA DA PORCENTAGEM DE COBERTURA DO SOLO PELOS TIPOS DE VEGETAÇÃO COMPETIDORA NA ÁREA PORTA-SEMENTES A, AO FINAL DO SEGUNDO ANO DE REGENERAÇÃO

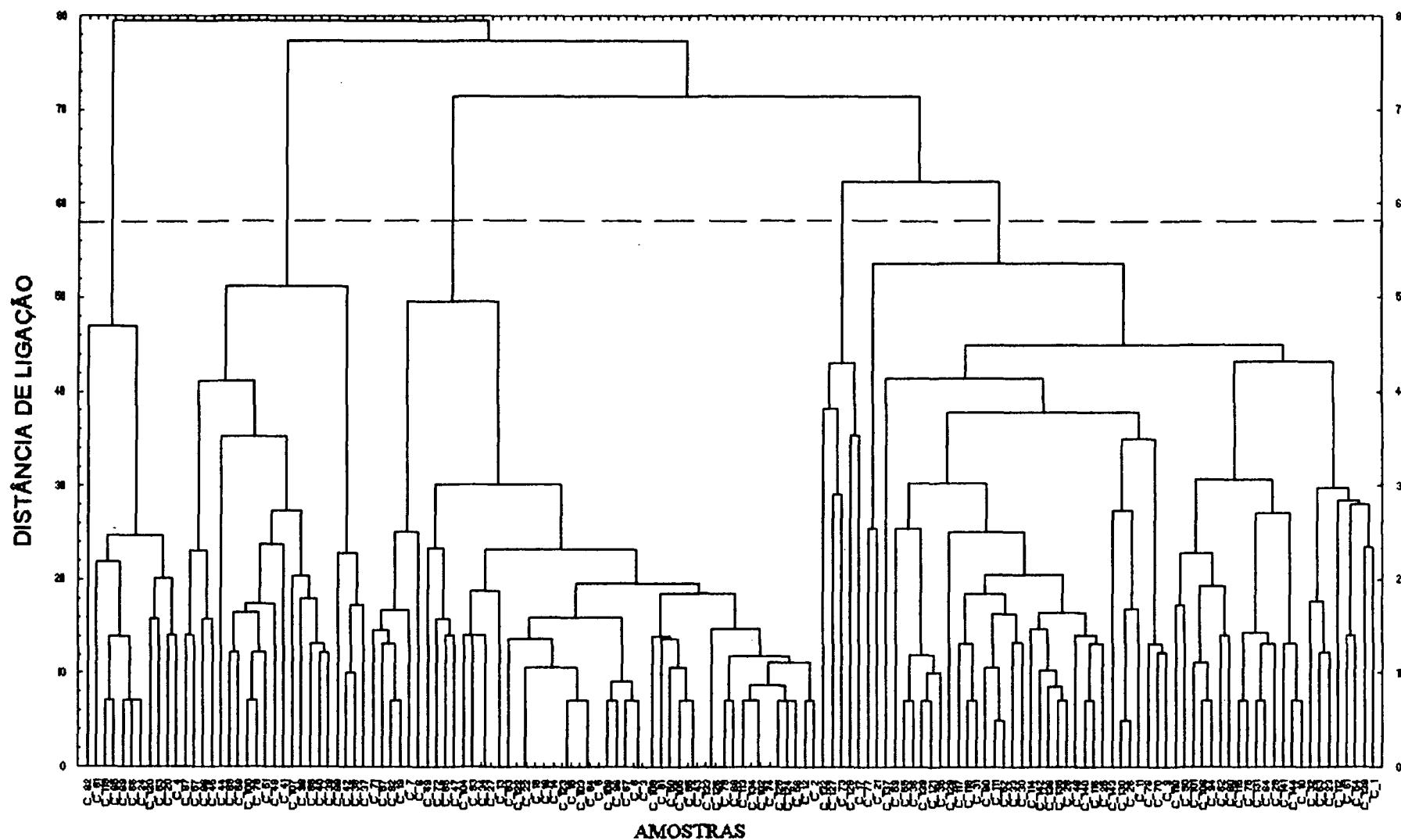


TABELA 27 - PORCENTAGEM DE COBERTURA DO SOLO PELOS TIPOS DE VEGETAÇÃO AO FINAL DO SEGUNDO ANO DE REGENERAÇÃO E NÚMERO MÉDIO DE PLANTAS ESTABELECIDAS COM A SEGUNDA SAFRA DE SEMENTES (1994) NOS GRUPOS DEFINIDOS PELOS DENDROGRAMAS.

ÁREA	GR.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	NM
NORTE	1	11,5	0,0	8,8	1,5	0,5	3,5	20,8	7,0	6,5	28,0	1,0
	2	5,0	10,0	6,7	0,0	30,0	5,0	1,7	13,3	8,3	20,0	0,4
	3	1,3	0,0	12,5	0,0	0,0	3,8	3,8	16,3	35,0	25,0	0,6
	4	3,3	9,4	8,7	0,4	0,4	1,5	7,1	20,6	3,5	40,6	1,0
	5	4,0	0,5	42,0	0,5	3,5	4,0	12,0	21,0	5,0	4,5	0,6
	6	5,4	2,7	8,4	0,6	0,7	0,6	7,9	51,6	8,3	6,6	2,1
	7	1,6	68,1	6,9	0,0	8,1	2,8	2,5	4,1	0,9	3,4	0,1
	8	6,2	30,8	11,0	0,3	1,1	3,2	6,2	22,8	2,2	11,8	0,7
	M	4,8	15,2	13,1	0,4	5,6	3,0	7,7	19,6	8,7	17,5	0,8
SUL	1	3,3	0,0	2,2	1,1	2,7	0,3	11,3	1,9	3,0	68,0	13,2
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	17,5	0,0	10,0	10,0	60,0	2,5	1,2
	3	6,3	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0	65,0	3,8	3,8	8,8	4,5
	4	3,0	0,0	42,5	2,0	13,0	1,0	10,5	0,5	0,0	27,5	4,8
	5	52,1	0,0	0,8	0,4	1,3	0,8	10,8	2,5	3,8	12,5	1,3
	6	6,1	0,0	1,7	1,6	12,6	0,9	14,0	12,6	4,5	29,6	8,0
	7	1,4	0,0	0,9	0,0	59,6	2,3	9,6	2,3	1,4	9,1	5,6
	8	6,3	61,3	8,8	0,0	6,3	5,0	6,3	0,0	0,0	6,3	1,3
	M	9,8	7,7	7,1	0,7	15,0	1,3	17,2	4,2	9,2	20,5	5,0
LESTE	1	0,5	0,0	0,0	1,8	2,7	0,5	9,1	4,6	76,8	2,7	8,0
	2	1,2	0,0	0,4	4,2	46,4	0,4	14,6	5,1	5,3	19,9	5,3
	3	1,6	0,0	0,0	2,8	2,2	0,3	12,8	32,2	9,4	25,6	12,1
	4	3,3	0,3	1,4	3,9	3,5	0,4	25,0	7,1	8,8	38,1	13,3
	5	1,1	0,0	0,5	2,0	4,2	0,5	9,8	3,1	3,0	68,9	15,9
	M	1,5	0,1	0,5	3,0	11,8	0,4	14,3	10,4	20,7	31,0	10,9
OESTE	1	0,5	71,0	3,5	1,0	14,5	0,5	4,0	0,0	0,0	4,0	1,5
	2	1,6	1,6	1,1	2,9	1,6	0,1	11,8	9,1	2,5	60,5	7,0
	3	37,5	4,4	4,4	1,3	0,0	0,6	10,6	12,5	3,1	24,4	3,7
	4	3,1	1,3	6,3	3,1	51,3	0,0	16,3	5,6	0,9	8,8	2,3
	5	4,0	2,0	1,5	0,0	9,0	0,0	7,5	5,5	50,0	14,5	2,4
	6	0,0	0,0	51,3	2,5	1,3	1,3	17,5	10,0	5,0	10,0	1,0
	7	0,0	0,0	2,5	2,5	17,5	0,0	55,0	15,0	0,0	0,0	3,0
	8	3,2	2,4	2,8	2,7	2,7	0,0	14,1	36,9	6,3	21,2	4,2
	M	6,2	10,3	9,2	2,0	12,2	0,3	17,1	11,8	8,5	17,9	3,1
PSA	1	6,8	0,0	0,5	0,5	0,0	0,5	3,2	7,3	76,4	5,9	1,1
	2	25,5	0,0	1,7	1,0	1,0	0,5	7,1	11,2	2,4	46,7	6,6
	3	78,4	0,0	1,3	0,0	0,4	0,2	4,6	4,8	6,2	4,1	1,8
	4	19,0	0,0	3,0	0,0	42,0	0,0	4,0	9,0	8,0	11,0	12,8
	5	31,6	0,0	2,8	0,1	1,1	0,7	9,0	40,4	6,0	6,8	4,4
	M	32,3	0,0	1,9	0,3	8,9	0,4	5,6	14,5	19,8	14,9	5,3

GR = Grupo definido no dendrograma; NM = Número de plantas estabelecidas por m<sup>2</sup>; M = média da área de estudo

A = *Panicum helobium*; B = *Panicum grumosum*; C = *Rhynchospora corymbosa*; D = *Lophosoria quadripinnata*; E = Acículas; F = Plantas arbustivo-arbóreas; G = Plantas anuais; H = *Panicum pilosum*; I = *Panicum glutinosum*; J = *Panicum demissum*; PSA = Porta-sementes A.

no estabelecimento de plantas nesta fase, o que não ocorreu com as plantas estabelecidas com a primeira safra de sementes. Naquela época esta gramínea estava pouco desenvolvida, enquanto nesta fase seu desenvolvimento em altura foi maior e suas ramificações pesadas se estenderam de forma a sufocar as plantas jovens de pinus.

A gramínea tipo H se concentrou nos grupos 4 da exposição norte, 1 da exposição sul, 5 da exposição leste e 2 da exposição oeste e da área porta-sementes A. Nestes grupos o número de plantas estabelecidas foi superior às médias das respectivas áreas, o que demonstra que nesta fase a presença desta vegetação beneficiou a regeneração natural. O contrário do que aconteceu com as plantas estabelecidas com a primeira safra de sementes. Esta inversão de influência decorreu da debilitação que esta vegetação sofreu por ocasião das geadas do último inverno, não havendo a seguir aquele desenvolvimento vigoroso que ocorreu no primeiro ano após intervenção. Outro fator que contribuiu para esta inversão foi a concorrência mais forte de outras gramíneas como as do tipo A e I, que ocorreram em maior porcentagem de cobertura no segundo ano de regeneração.

## **5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Com os resultados alcançados neste experimento foi possível chegar as seguintes conclusões:

- A produção de sementes nos anos de 1993 e 1994 foi semelhante e suficiente para uma regeneração natural eficiente.

- A germinação e estabelecimento das plantas iniciou na primavera, após a intervenção no outono, e se estabilizou no outono do ano seguinte. Muitas sementes disseminadas permaneceram em torno de 6 meses no piso florestal antes da germinação, dormentes, à espera de condições propícias, período em que ficaram suscetíveis à predação.

- O número de plantas estabelecidas com a segunda safra de sementes foi semelhante ao número da primeira safra, ao final do primeiro período vegetativo. O estabelecimento de plantas com a primeira safra de sementes foi o mais importante devido as condições mais propícias do terreno. Mesmo assim, a segunda safra de sementes pode contribuir significativamente no processo regenerativo, estabelecendo plantas onde permaneceram áreas vazias na primeira safra.

- A regeneração natural mostrou-se viável tanto pelo método de corte em faixas como pelo porta-sementes, desde que se façam as intervenções de forma apropriada.

- No método de corte em faixas, estas devem se estender no sentido leste-oeste com exposição sul ou norte-sul com exposição leste. Este método é mais recomendável quando se tem pouco controle sobre as atividades do corte de regeneração.

- Oitenta árvores porta-sementes deixadas por hectare mostrou ser suficiente para uma regeneração natural satisfatória.

- No método de porta-sementes, poucas plantas se estabeleceram com a segunda safra de sementes, e no segundo ano de regeneração as plantas estabelecidas por este método apresentaram menor desenvolvimento que as estabelecidas pelo método de corte em faixas, razão pela qual, recomenda-se a remoção das árvores porta-sementes no inverno do segundo ano após intervenção, época do ano, em que as plantas não emitem novos módulos de crescimento, ficando menos suscetíveis aos danos da colheita.

- Entre os tratamentos de preparo do terreno estudados recomenda-se a utilização da gradagem e do enleiramento. Em situações favoráveis como no método de porta-sementes e nas exposições sul e leste do método de corte em faixas, todos os tratamentos de preparo do terreno foram satisfatórios.

- O número de plantas estabelecidas decresceu com o aumento da distância da bordadura. Assim, para alcançar uma densidade mais uniforme em toda a área da faixa pode-se usar um método de preparo do terreno menos eficiente e mais barato na faixa junto à bordadura, como a queima, e um método mais eficiente na faixa mais distante da bordadura, como a gradagem e o enleiramento.

- Utilizando-se a gradagem como técnica de preparo do terreno pode-se cortar faixas mais largas que 30 m nas exposições sul e leste, quando houver conveniência ou necessidade.

- O método de preparo do terreno da gradagem propiciou as condições do terreno mais uniformes em todas as situações estudadas.

- A predação de sementes e plântulas por pássaros foi elevada. Em parcelas protegidas de sua ação obteve-se um número de plantas estabelecidas pelo menos 100 % maior.

- A queima foi o tratamento de preparo do terreno que ficou mais sujeito à ação predatória dos pássaros. Esta foi a principal razão do menor número de plantas estabelecidas neste tratamento.

- Dentre as características morfológicas estudadas, apenas a altura da planta maior por amostra sofreu influência dos tratamentos de preparo do terreno, tendo melhor desempenho na gradagem com 115 cm e no enleiramento com 112 cm, 2 anos após a intervenção



- Todas as espécies de vegetação competidora encontradas no povoamento antes da intervenção ocorreram em maior ou menor intensidade nos 2 primeiros anos de regeneração.

- Entre os tipos de vegetação competidora encontrados, predominaram as gramíneas do gênero *Panicum* que evoluíram rapidamente durante os 2 primeiros anos após intervenção.

- Os tratamentos de preparo do terreno tiveram efeito sobre a porcentagem de cobertura do solo pela vegetação competidora apenas no primeiro ano de regeneração.

- Tiveram efeito negativo sobre o estabelecimento das plantas originadas das duas safras de sementes, as acículas e as vegetações *Panicum helobium* e *Panicum grumosum*. As espécies *Rhynchospora corymbosa* e *Lophosoria quadripinnata* afetaram o número de plantas estabelecidas, porém de forma menos severa. A gramínea *Panicum glutinosum* afetou bastante o número de plantas estabelecidas com a segunda safra de sementes.

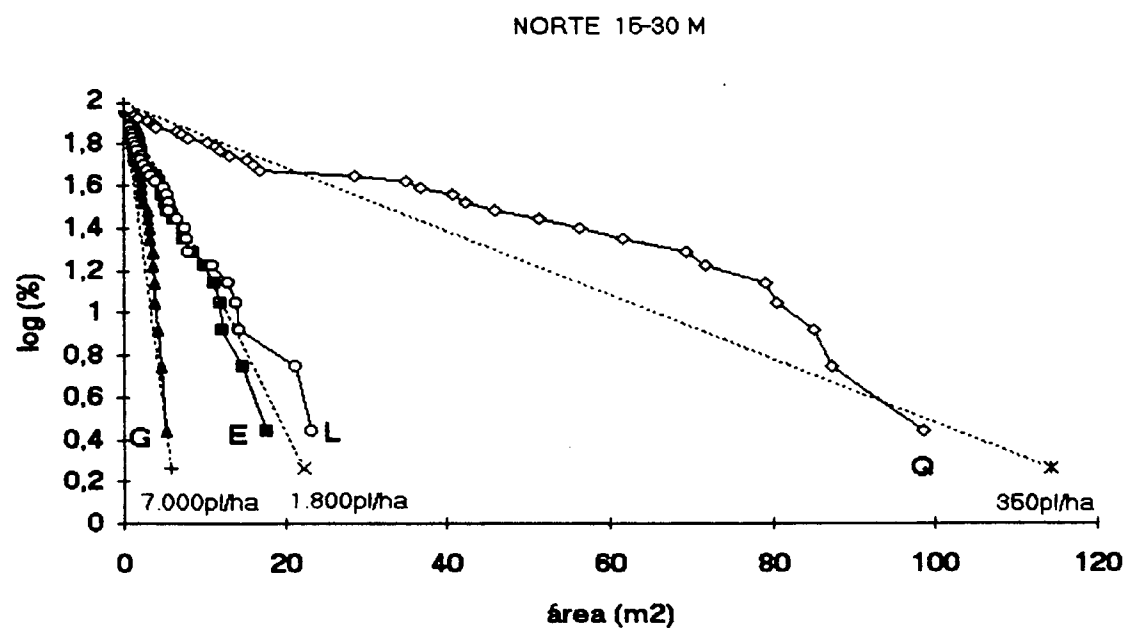
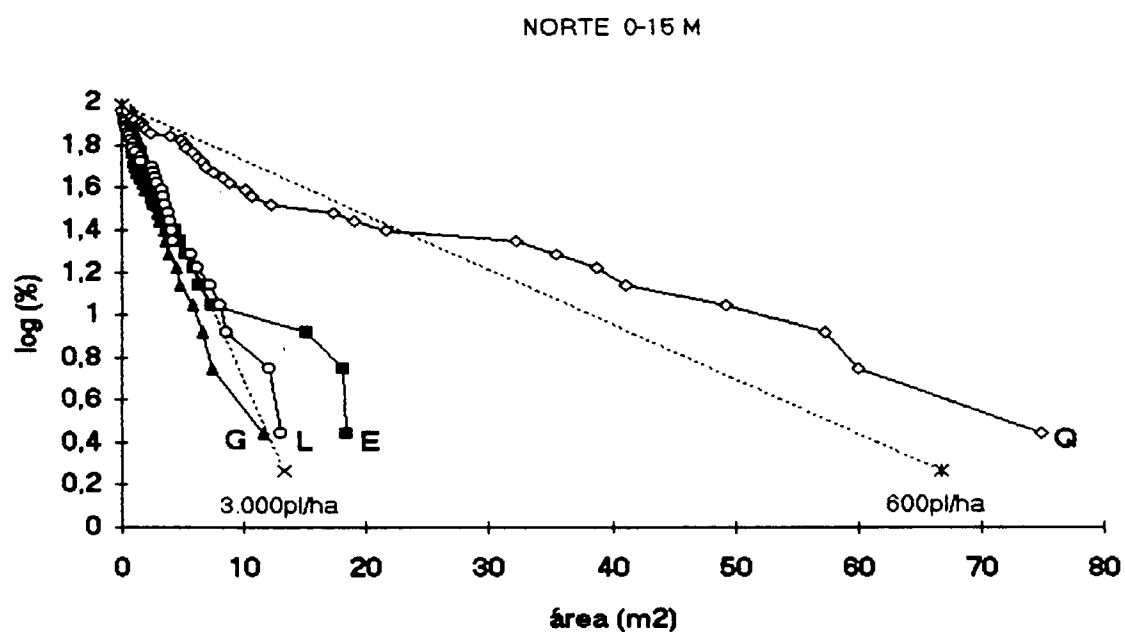
- As plantas competidoras anuais e o *Panicum pilosum* favoreceram o estabelecimento de plantas, principalmente as oriundas da primeira safra de sementes.

- O *Panicum demissum*, que não ocorria no povoamento original, influenciou negativamente o estabelecimento das plantas oriundas da primeira safra de sementes e positivamente as plantas oriundas da segunda safra de sementes.

- O maior número de plantas estabelecidas onde ocorreram determinados tipos de vegetação se deve principalmente à menor visualização das sementes pelos predadores.

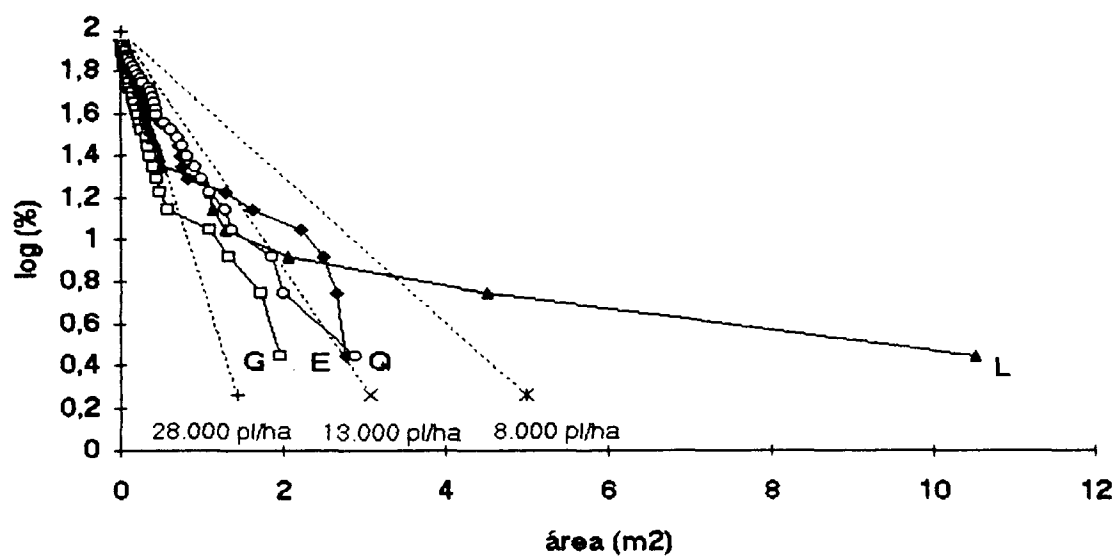
## **ANEXOS**

ANEXO 1A - DIAGRAMAS DE ÁREAS VAZIAS POR ÁREA DE ESTUDO NAS DISTÂNCIAS DE 0-15 M E 15-30 M DA BORDADURA DAS PLANTAS COM UM PADRÃO DE ALTURA MÍNIMA (60 CM) , 2 ANOS APÓS INTERVENÇÃO.

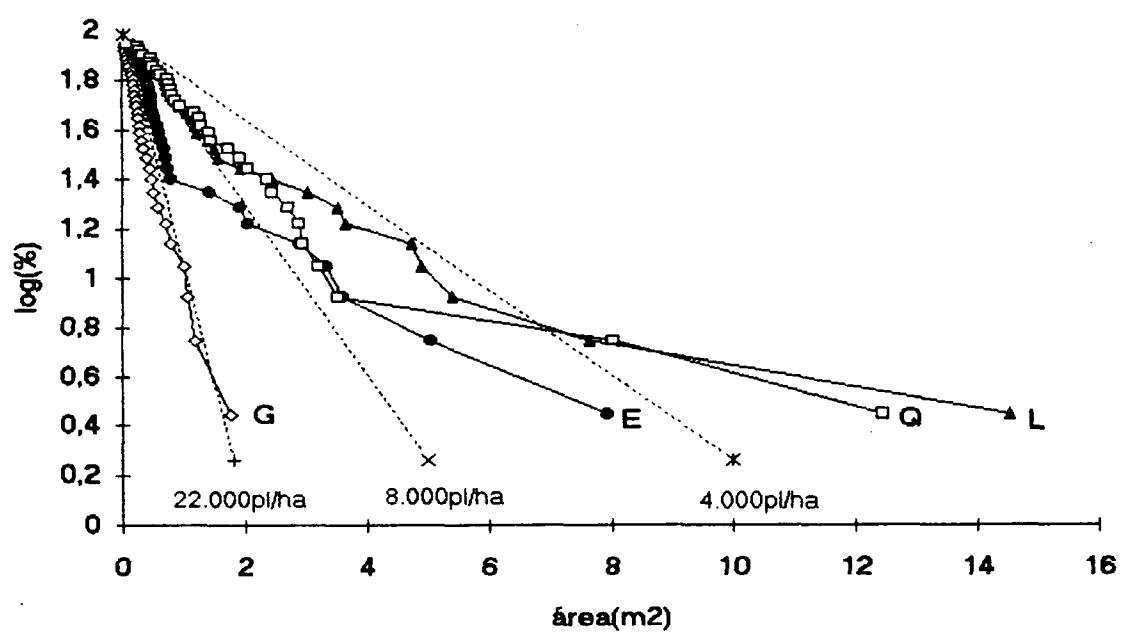


E = enleiramento; G = gradagem; L = retirada da lenha; Q = queima

## PORTA-SEMENTES A

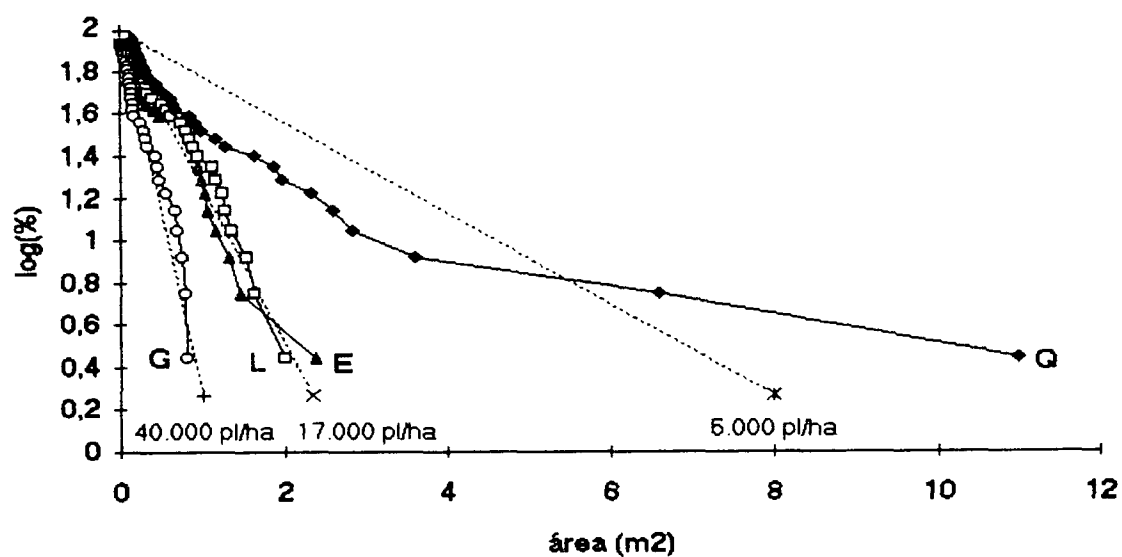


## SUL 15-30 M

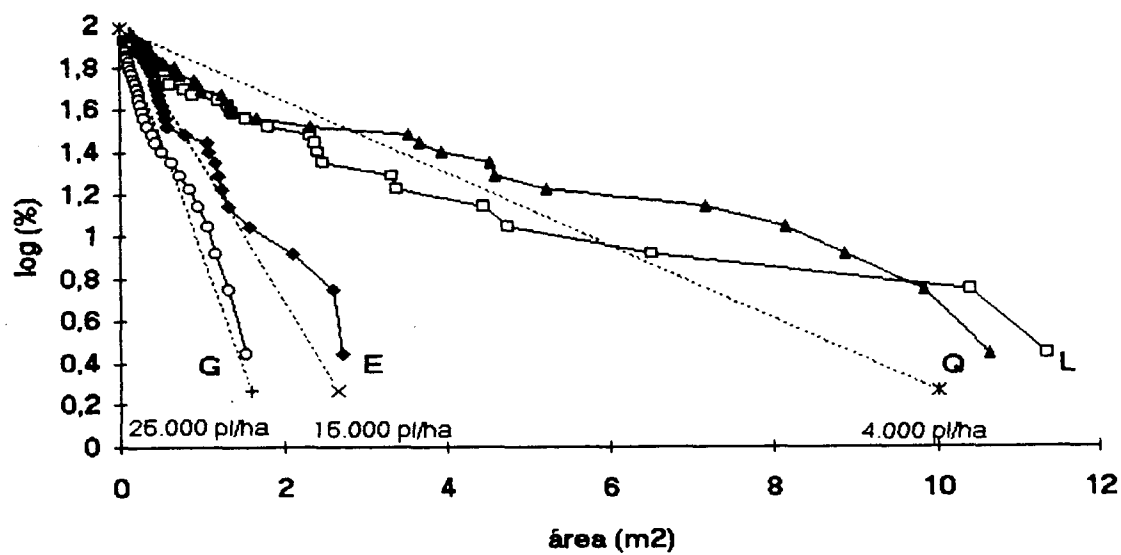


E = enleiramento; G = gradagem; L = retirada da lenha; Q = queima  
A área sul 0-15 m esta apresentada na FIGURA 9

## LESTE 0-15 M

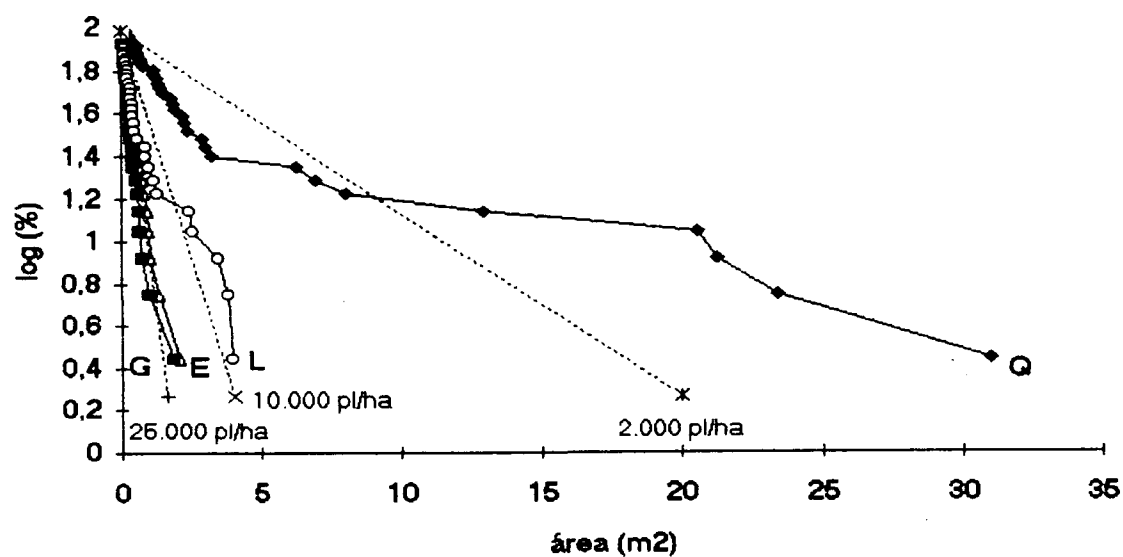


## LESTE 15-30 M

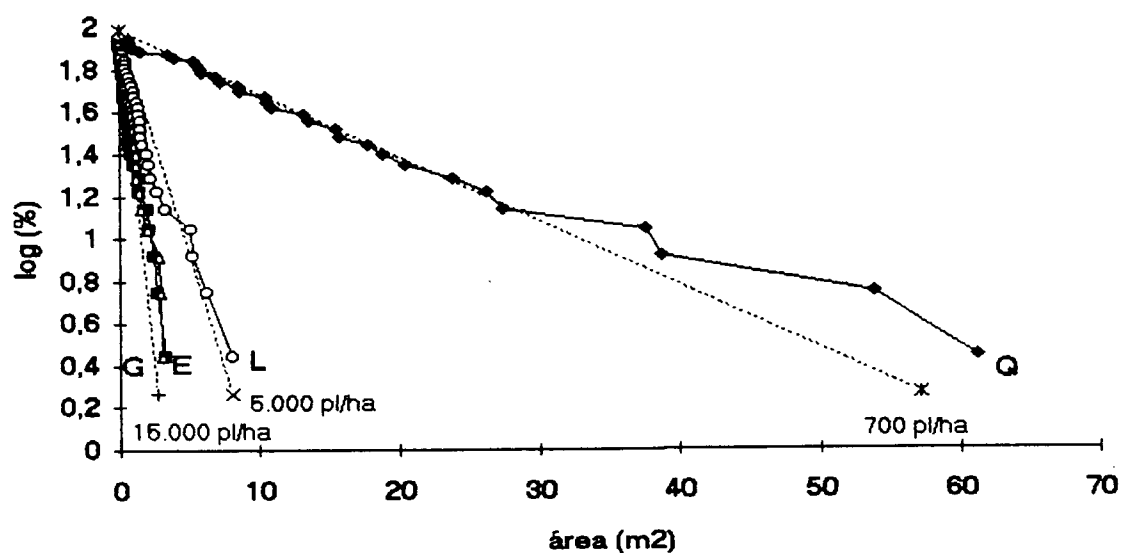


E = Enleiramento; G = Gradagem; L = Retirada da Lenha; Q = Queima

## OESTE 0-15 M



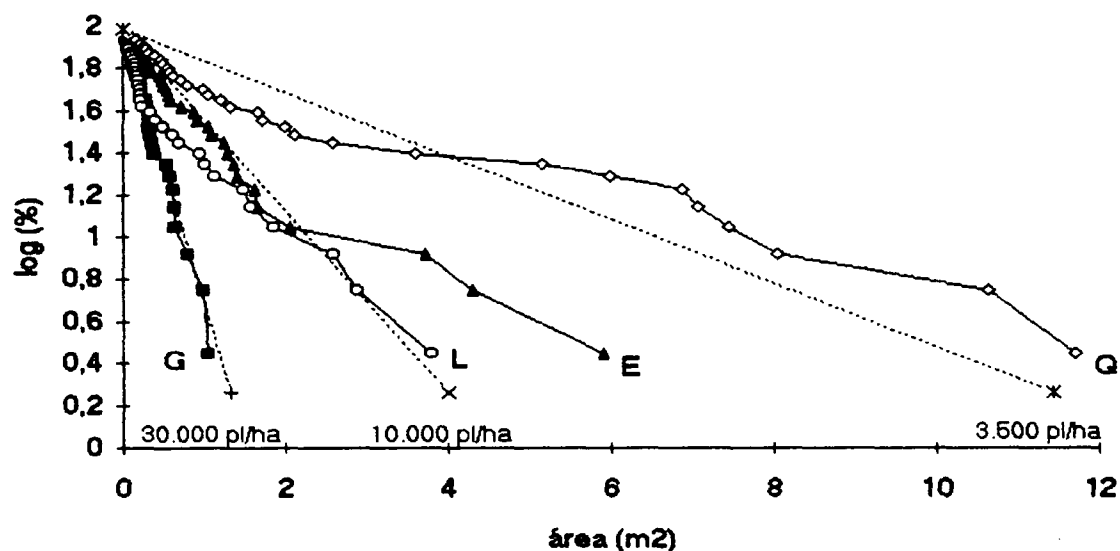
## OESTE 15-30 M



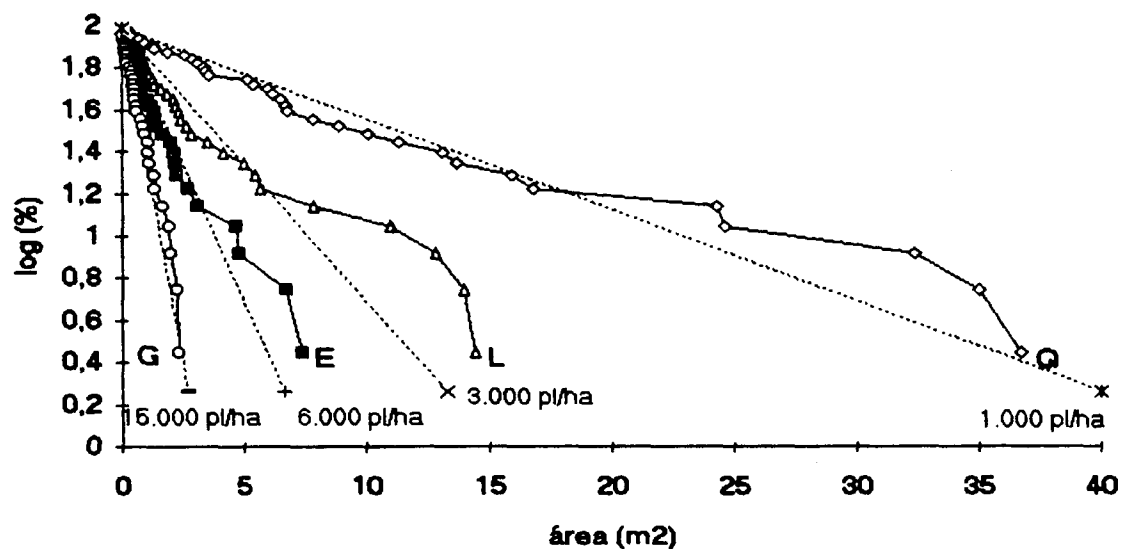
E = Enleiramento; G = Gradagem; L = Retirada da Lenha; Q = queima

ANEXO 1B - DIAGRAMA DE ÁREAS VAZIAS POR ÁREA DE ESTUDO NAS DISTÂNCIAS DE 0-15 M E 15-30 M DA BORDADURA DE TODAS AS PLANTAS ESTABELECIDAS 2 ANOS APÓS INTERVENÇÃO

NORTE 0-15 M

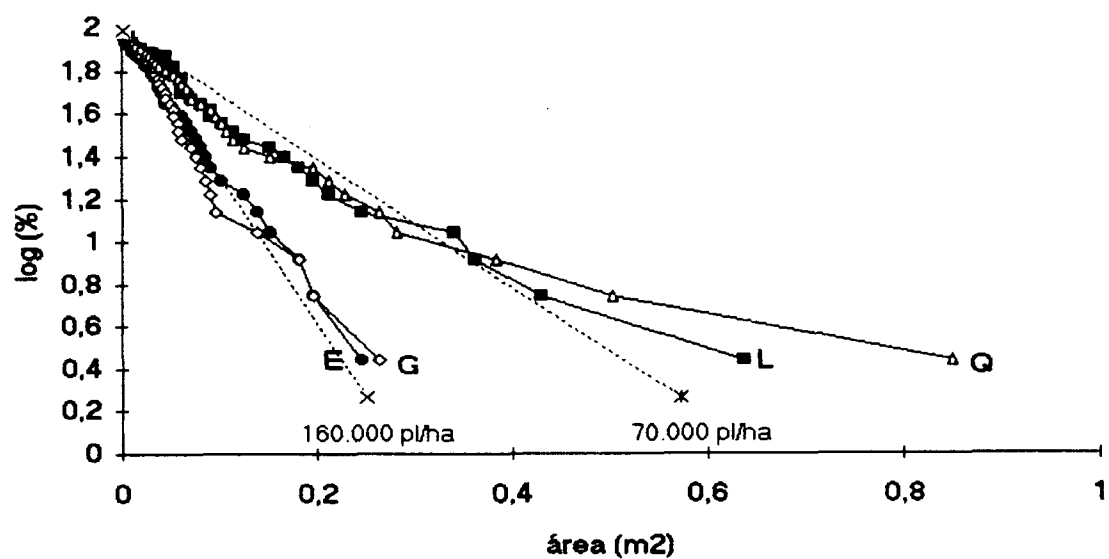


NORTE 15-30 M

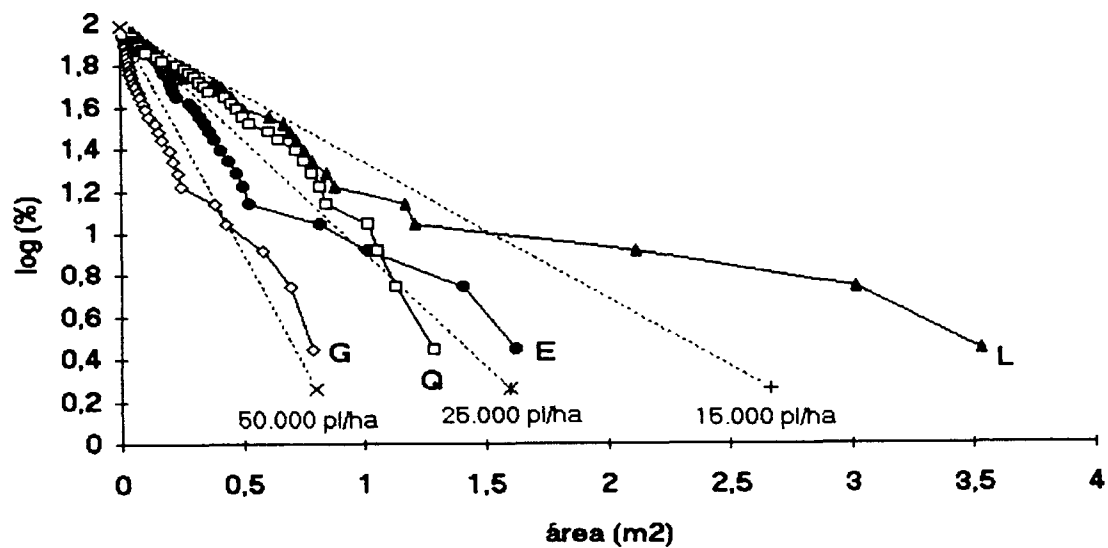


E = Enleiramento; G = Gradagem; L = Retirada da lenha; Q = Queima

SUL 0-15 M



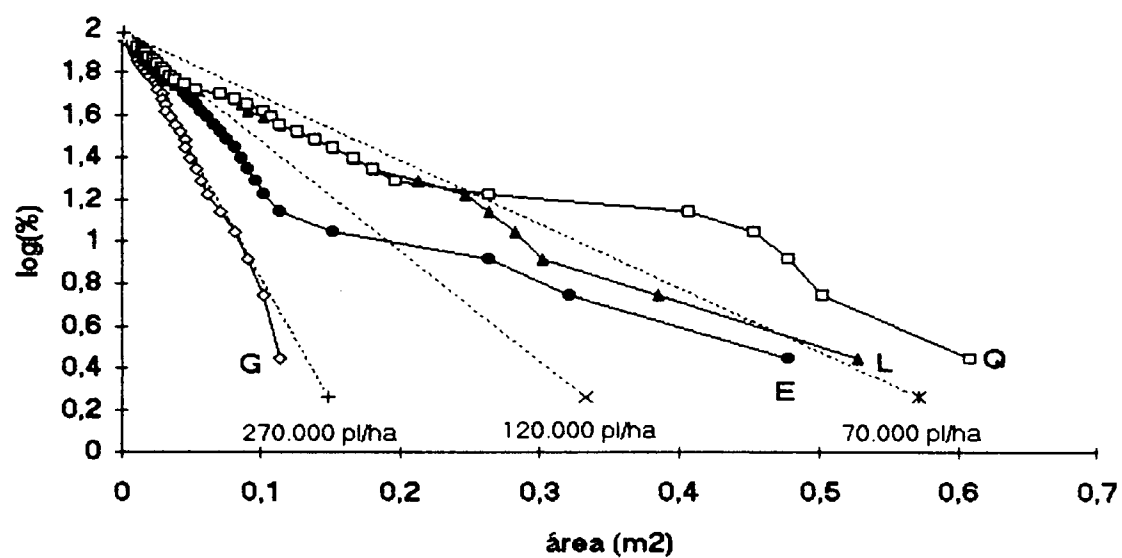
SUL 15-30 M



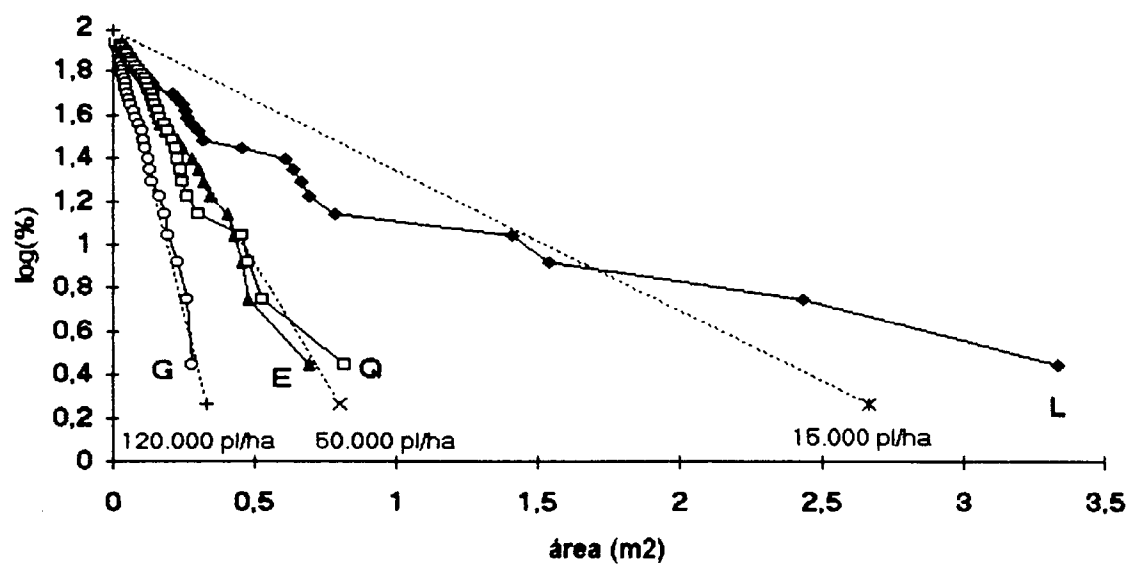
E = Enleiramento; G = Gradagem; L = Retirada da Lenha; Q = Queima



## LESTE 0-15 M

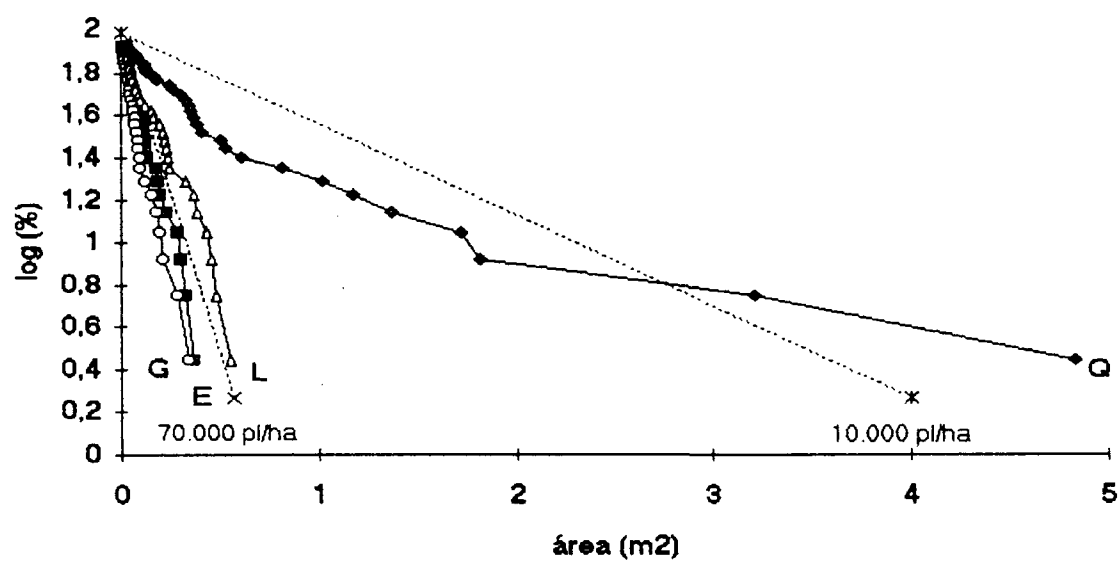


## LESTE 15-30 M

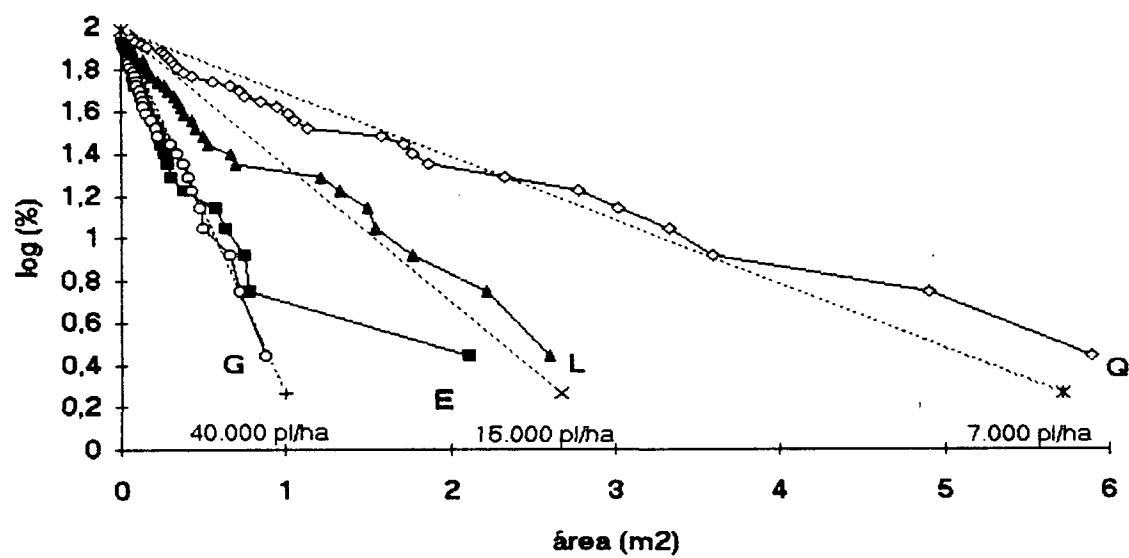


E = Enleiramento; G = Gradagem; L = Retirada da lenha; Q = Queima

## OESTE 0-15 M

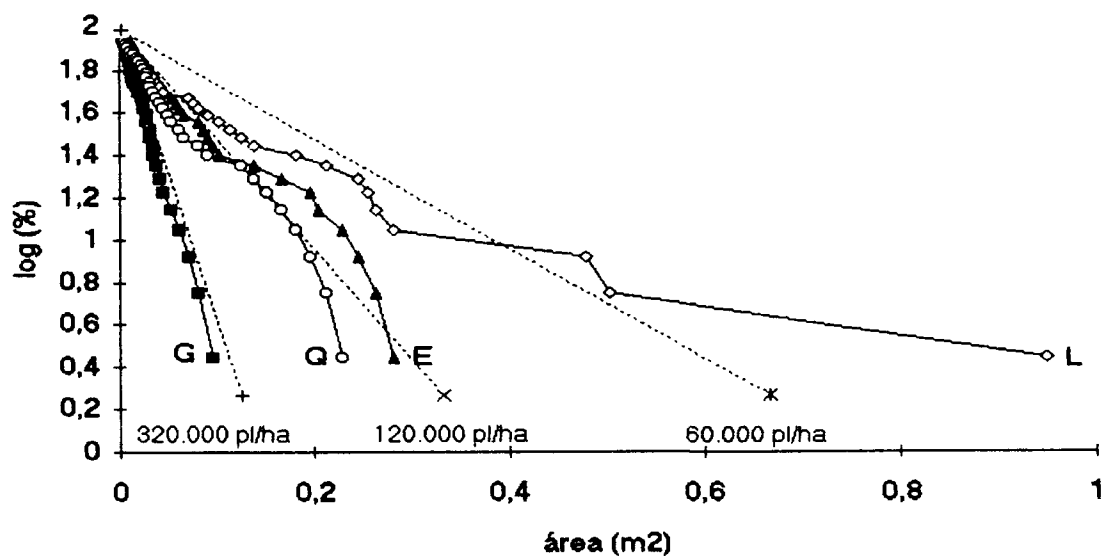


## OESTE 15-30 M

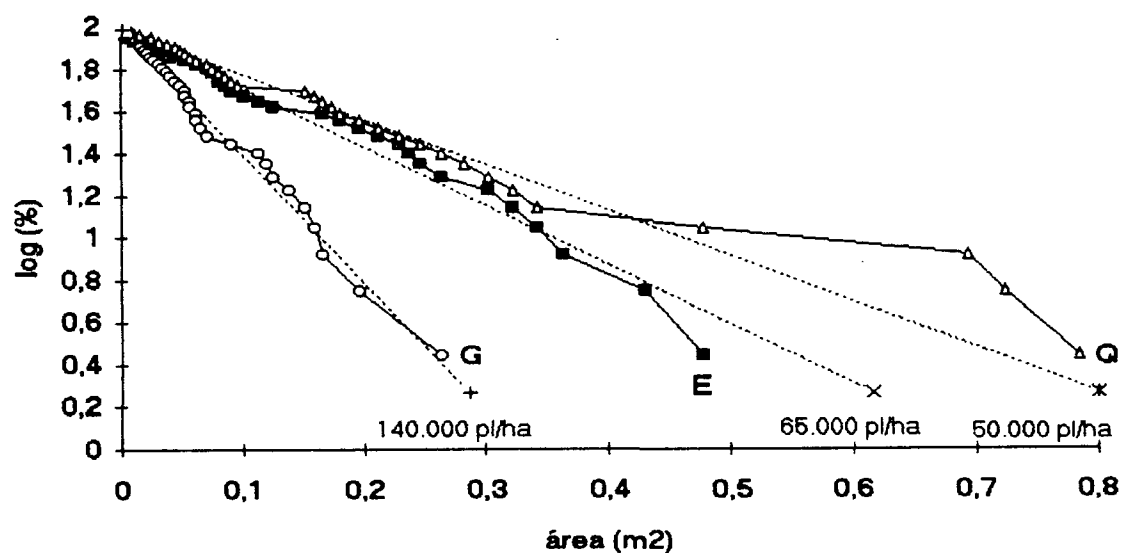


E = Enleiramento; G = Gradagem; L = Retirada da Lenha; Q = Queima.

## PORTA-SEMENTES A



## PORTA-SEMENTES B

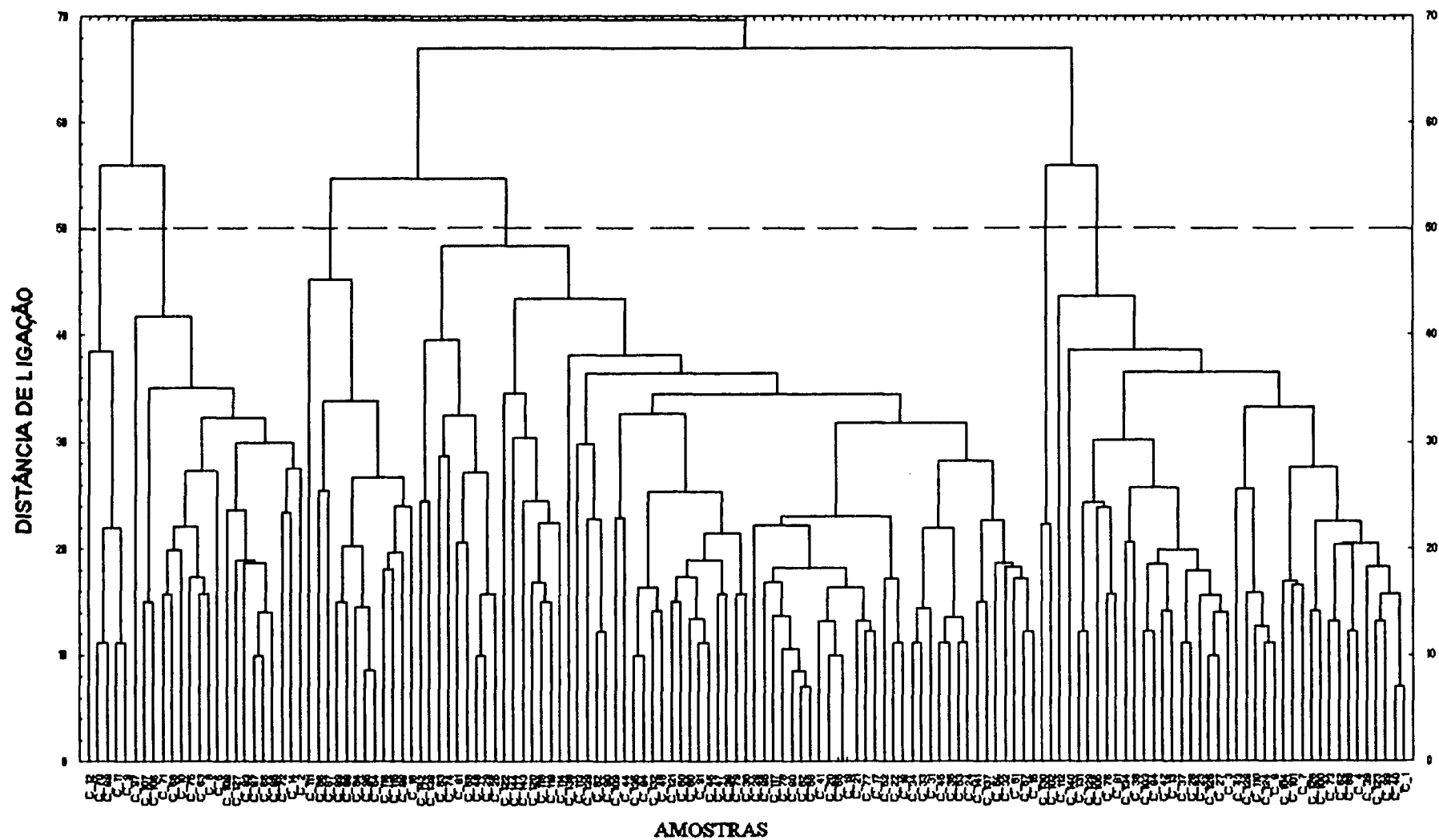


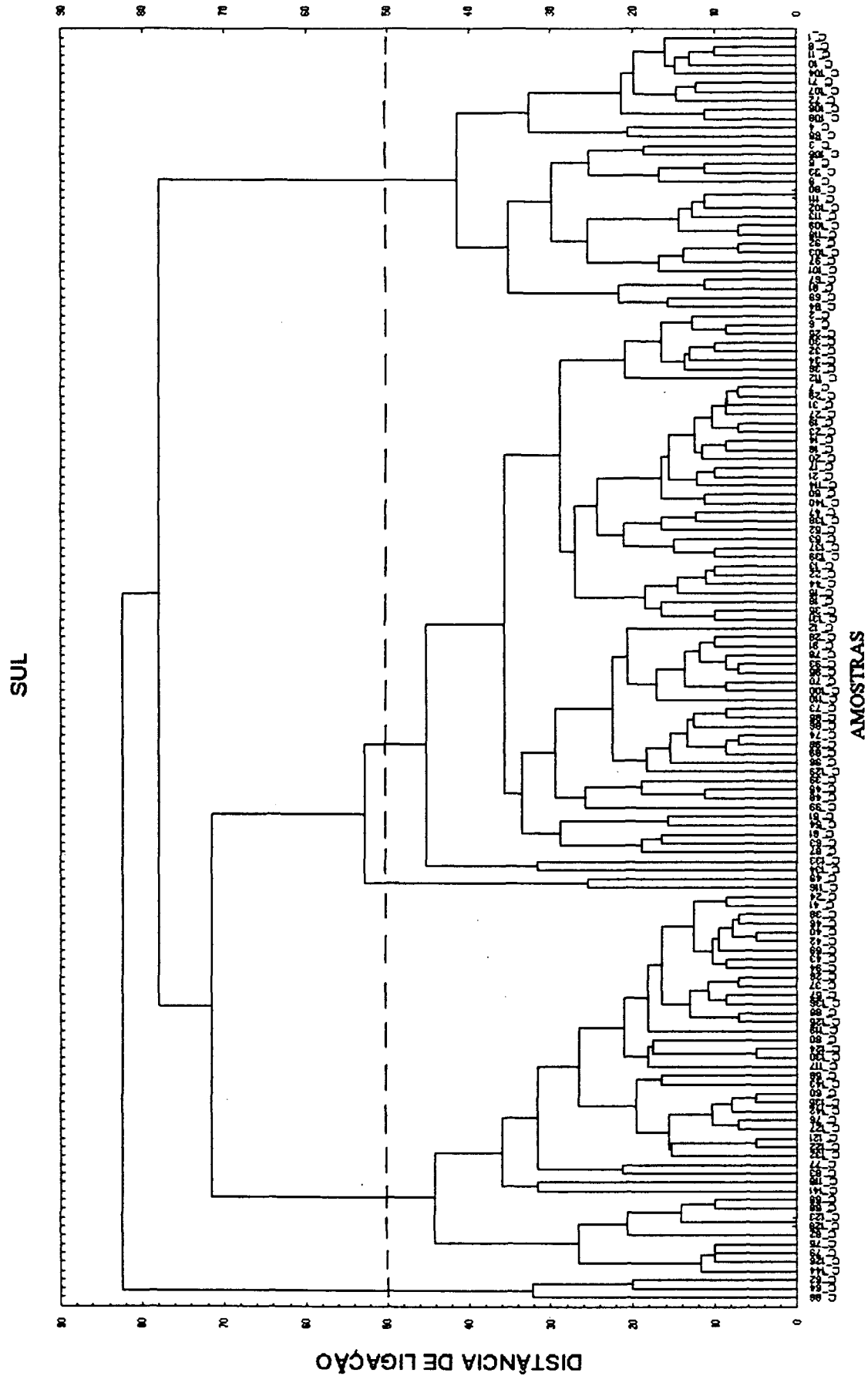
E = Enleiramento; G = Gradagem; L = Retirada da Lenha; Q = Queima.

A área Porta-sementes B está com um ano de regeneração

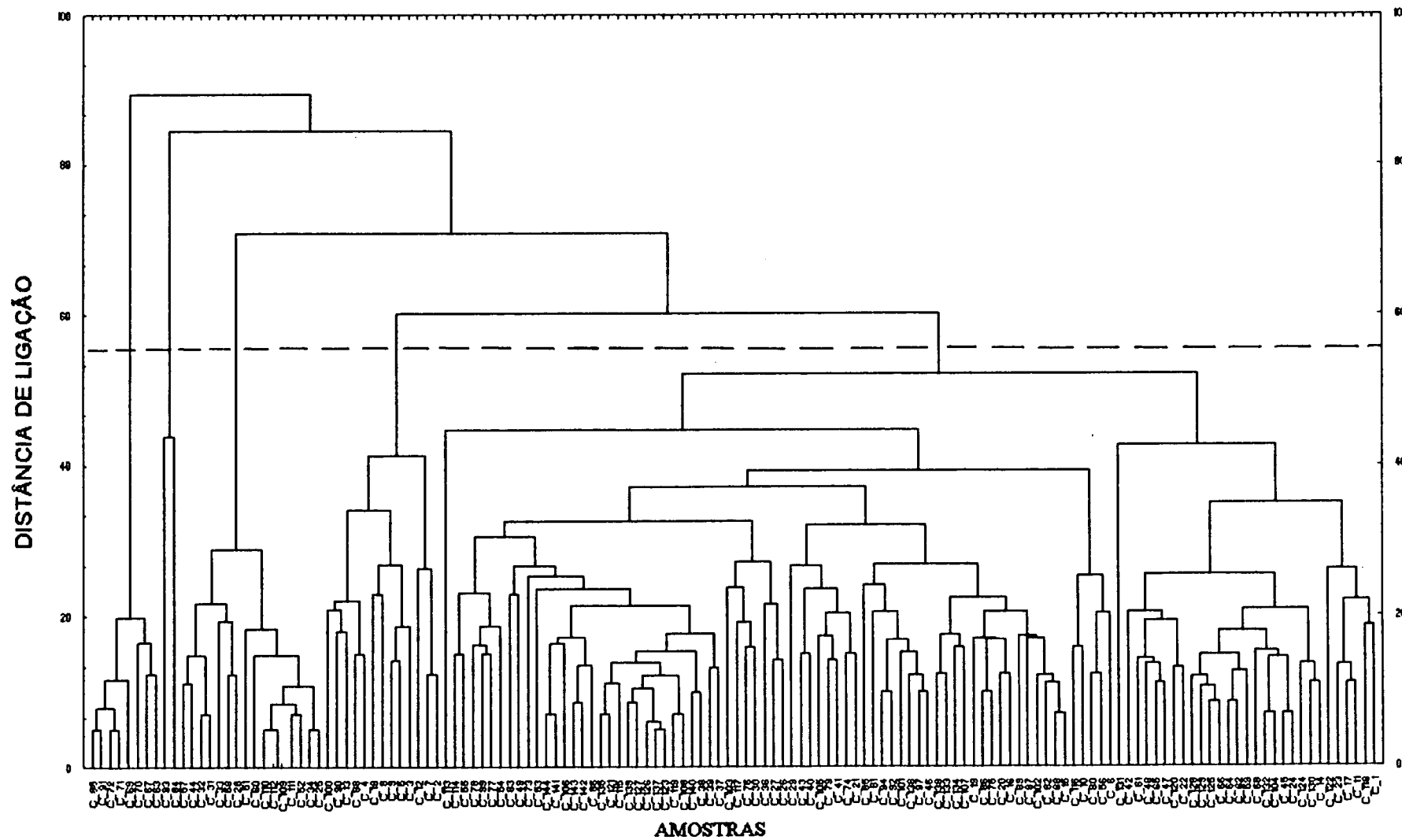
ANEXO 2A - DENDROGRAMAS DA PORCENTAGEM DE COBERTURA DO SOLO PELOS TIPOS DE VEGETAÇÃO COMPETIDORA  
NAS ÁREAS DE ESTUDO AO FINAL DO PRIMEIRO ANO DE REGENERAÇÃO

NORTE

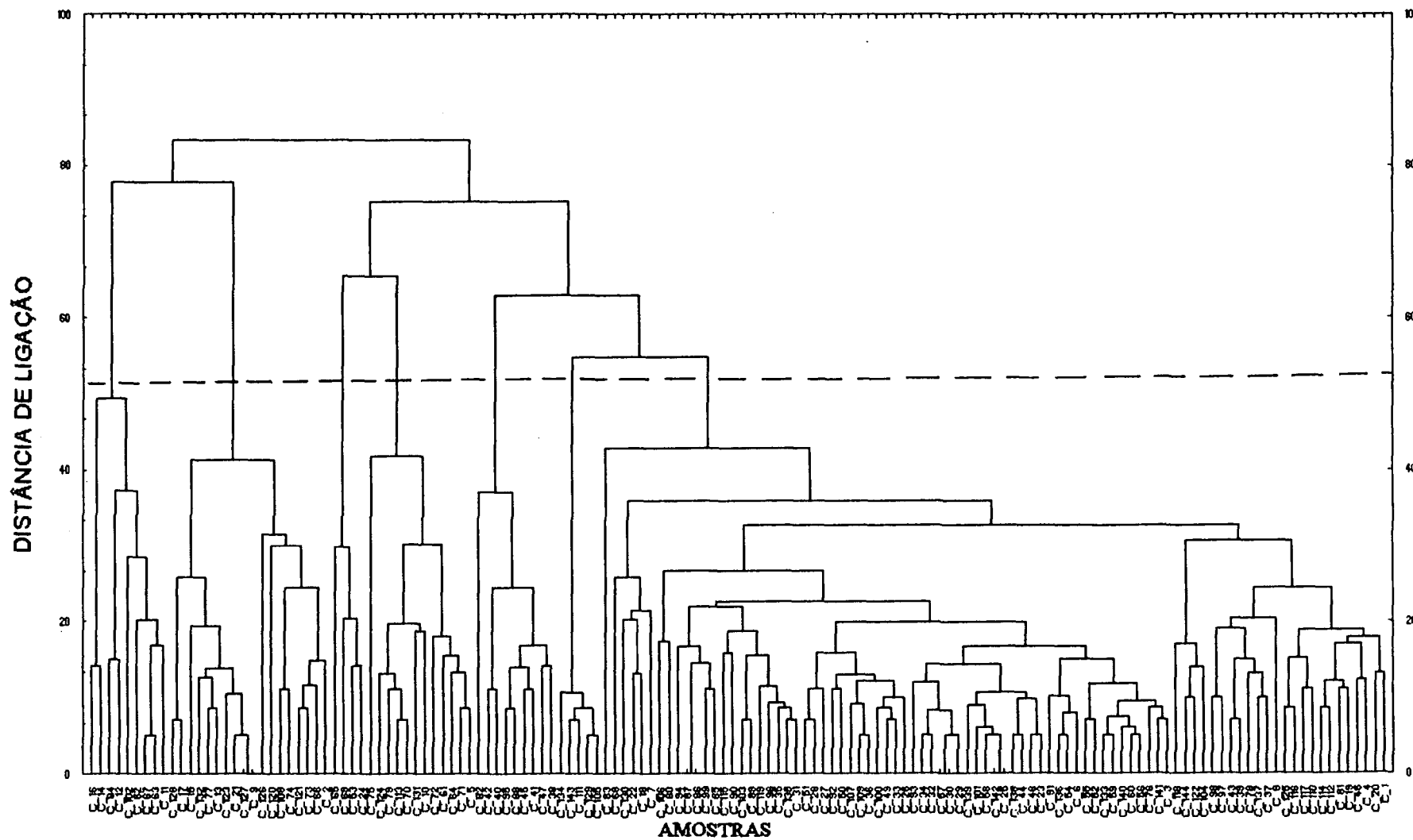




# OESTE



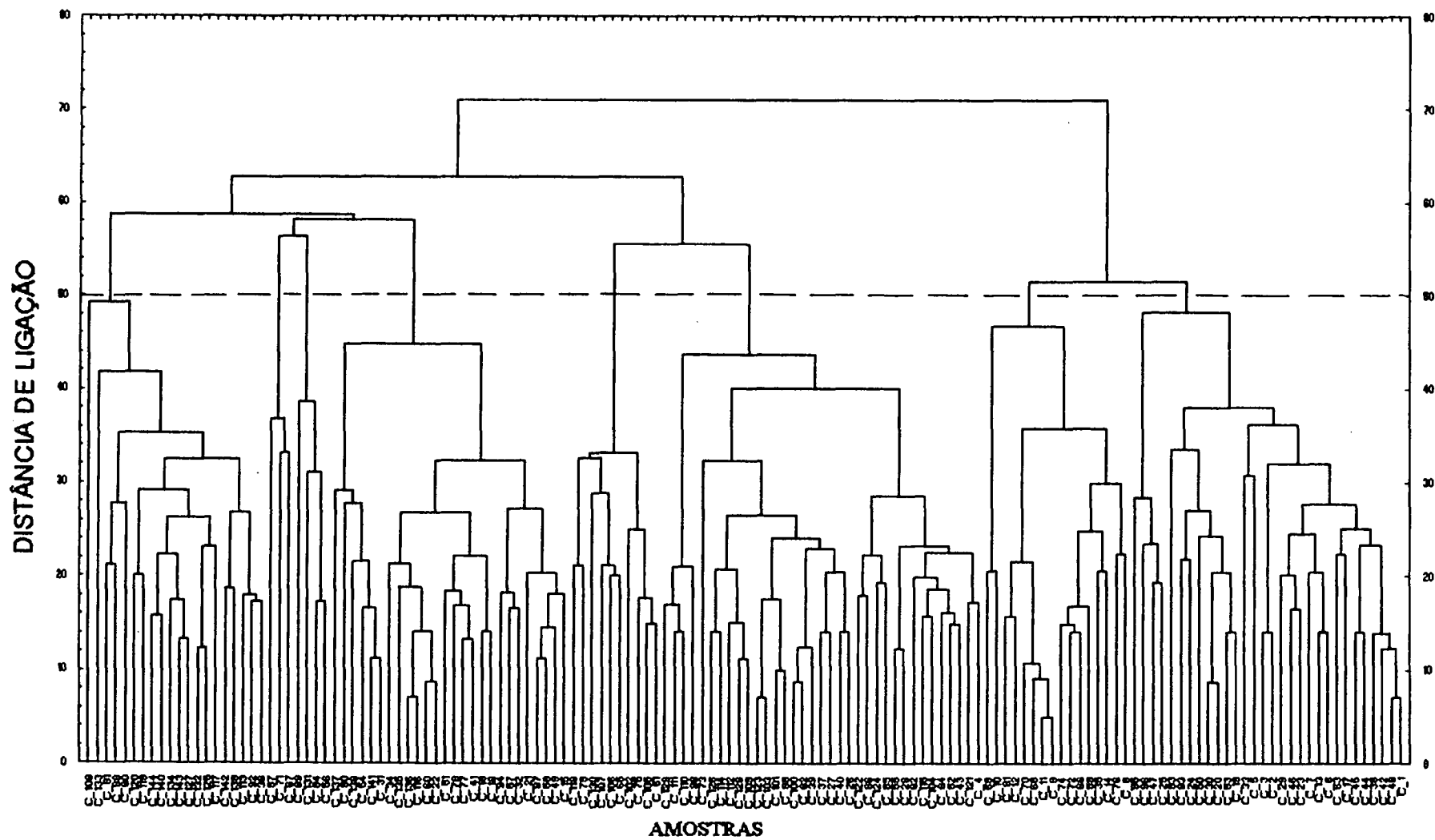
# PORTA-SEMENTES A



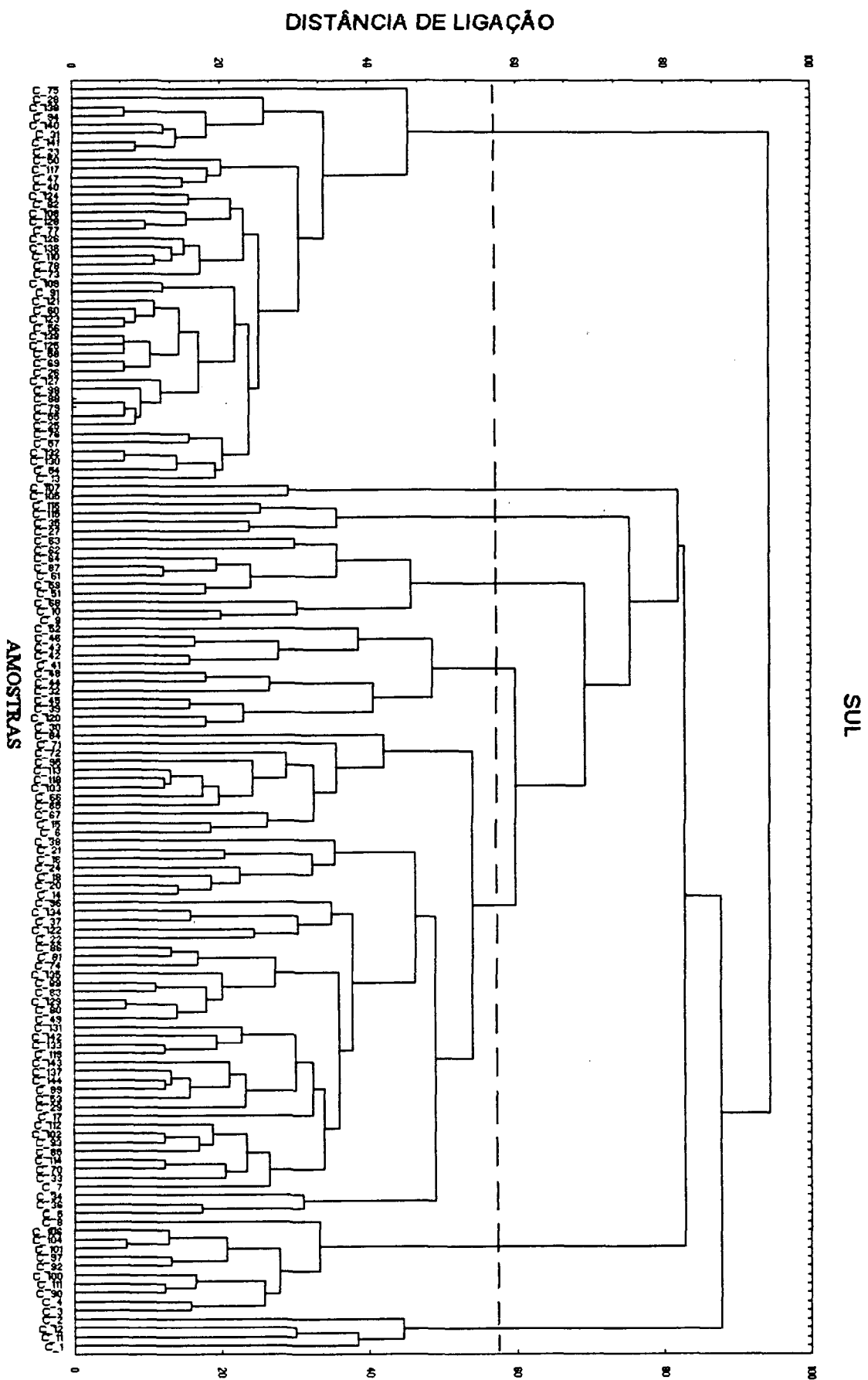
O dendrograma da área leste encontra-se na FIGURA 16

ANEXO 2B - DENDROGRAMAS DA PORCENTAGEM DE COBERTURA DO SOLO PELOS TIPOS DE VEGETAÇÃO COMPETIDORA  
NAS ÁREAS DE ESTUDO AO FINAL DO SEGUNDO ANO DE REGENERAÇÃO

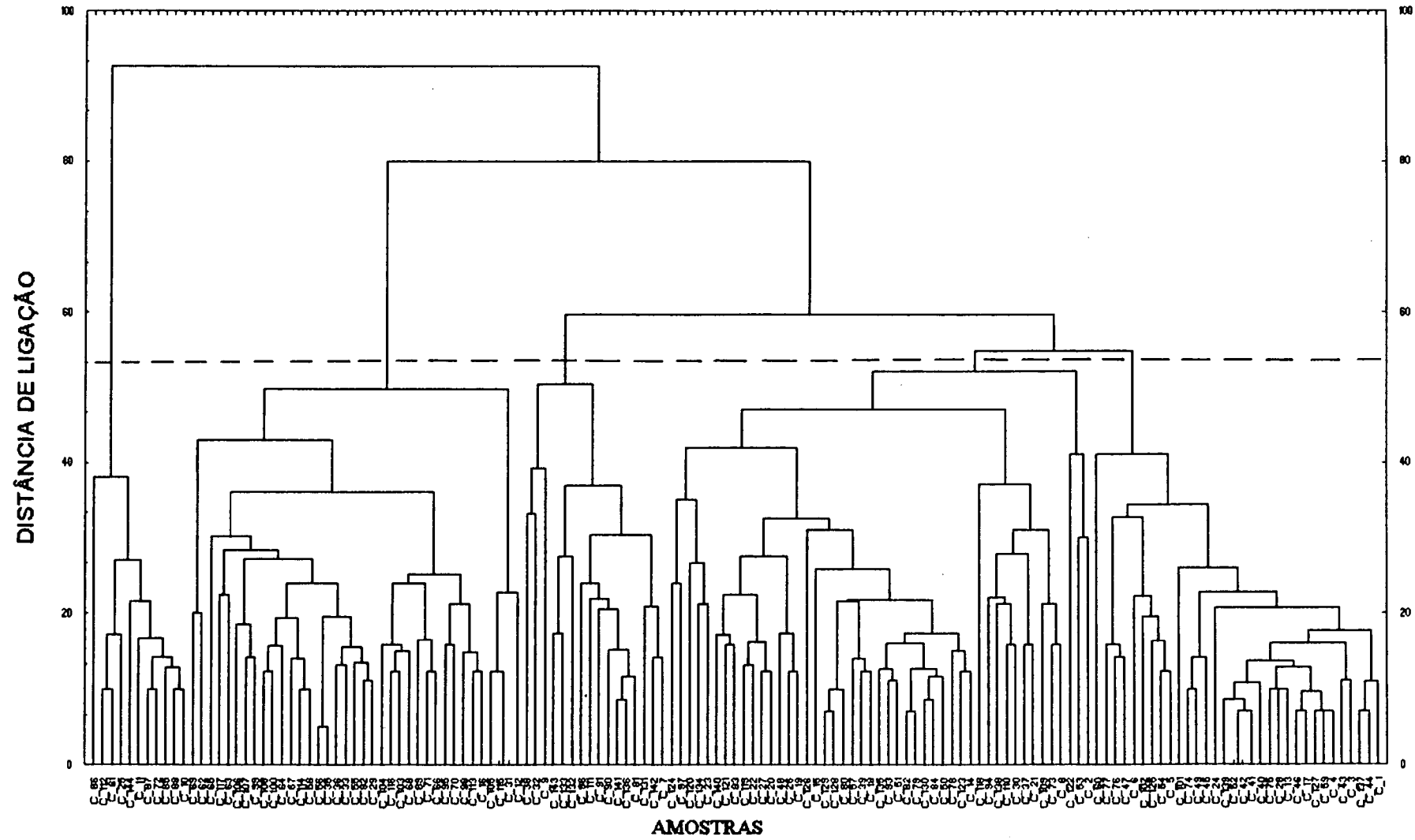
NORTE

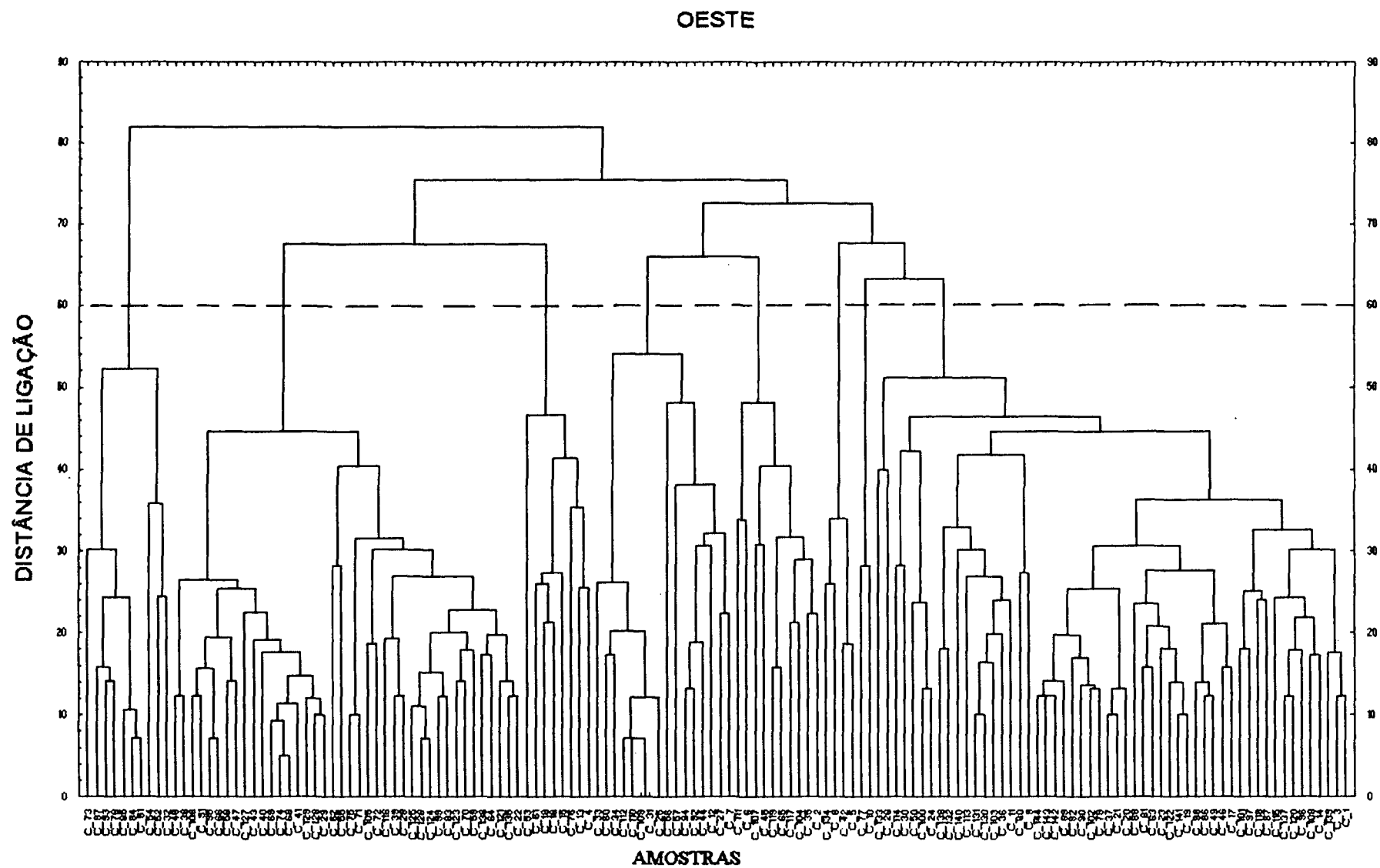






# LESTE





O dendrograma da área porta-sementes A encontra-se na FIGURA 17

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ALEXANDER, R.R. Engelmann Spruce seed production and dispersal, and seedling establishment in the Central Rocky Mountain. USDA. Forest Service. **General Technical Report**. RM, Fort Collins, CO, n.134, p.1-9, 1986.
- 2 ALEXANDER, R.R. Ecology, silviculture, and management of the Engelmann Spruce-subalpine fir type in the Central and Southern Rocky Mountains. USDA. Forest Service. **Agriculture Handbook**, Fort Collins, CO, n.659, p.1-144, 1987.
- 3 ALMEIDA, A.F. Influência do tipo de vegetação nas populações de aves em uma floresta implantada de *Pinus sp.* In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (3.: 1978, Manaus). **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1978. v.2, p.113-120.
- 4 BACON, C.G.; ZEDAKER, S.M. First year growth response of young loblolly pine (*Pinus taeda* L.) to competition control on the Virginia Piedmont In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (3.: 1984: Atlanta, GA). **Proceedings**. Ashville NC: USDA. Forest Service, 1985. p.309-313.(**General Technical Report**. SO, n.54.)
- 5 BAKER, J.B. Alternative silvicultural systems-south. In: NATIONAL SILVICULTURE WORKSHOP (1989: Petersburg AK.). **Proceedings**. Washington, DC: USDA. Forest Service, 1991. p.51-60.
- 6 BAKER, J.B.; GULDIN, J.M.; GULDIN, R.W. Natural regeneration methods for loblolly and shortleaf pines. **Forest Farmer**, Atlanta, GA, v.50, n.3, p.59-63, 1991.
- 7 BAKER, J.B.; LANGDON, O.G. *Pinus taeda* L. In: **SILVICS of North America: Conifers**. Washington, DC: USDA. Forest Service, 1990. v.1, n.654 p.497-512. (**Agriculture Handbook**, n.654).
- 8 BARNETT, J.P.; BAKER, J.B. Regeneration methods. In: DURYEA, M.L.; DOUGHERTY, P.M. **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer, 1991. cap.3, p.35-50.
- 9 BARNETT, J.P.; HAUGEN, R.O. Producing seed crops to naturally regenerate southern pines. USDA. Forest Service. **Research Paper**. SO, New Orleans, LA, n.286, p.1-10, 1995.
- 10 BLANQUET, J.B. **Fitosociologia: base para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid: Ediciones H. Blume, 1979.
- 11 BOE, K.M. A one-foot-square wire seed trap. **Journal of Forestry**, Washington, DC, v.53, n.5, p.368-369, 1955.

- 12 BONNER, F.T. Seed management. In: DURYEA, M.L.; DOUGHERTY, P.M. **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer, 1991. cap.4, p.51-74.
- 13 BOYCE, S.G. Forest decisions. USDA. Forest Service. **General Technical Report. SE**, Durham, NC, n.35, p.1-318, 1985.
- 14 BOYD, R.J.; DEITSCHMAN, G. H. Site preparation aids natural regeneration in western larch-engelmann spruce strip clearcuttings. USDA. Forest Service. **Research paper. INT**, Ogden, UT, n.64, p.1-10, 1969.
- 15 BOYER, W.D. Longleaf pine seed predators in Southwest Alabama. **Journal of Forestry**, Washington, DC, v.62, n.7, p.481-484, 1964.
- 16 BOYER, W.D.; WHITE J.B. Natural regeneration of longleaf pine. In: SYMPOSIUM ON THE MANAGEMENT OF LONGLEAF PINE. (1989: Long Beach, Mississippi). **Proceedings**. Long Beach, Mississippi: USDA. Forest Service, 1989. p.94-113 (General Technical Report. SO, n.75).
- 17 BRAMLETT, D.L.; JONES, E.P.; WADE, D.D. Herbicide and burn site preparation in the Georgia Piedmont. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (6.: 1990: Memphis TN). **Proceedings**. Ashville, NC: USDA. Forest Service, 1991. p.138-145. (General Technical Report. SE, v.1, n.70)
- 18 BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório Central de Planejamento e Controle. Escritório de Meteorologia. **Atlas climatológico do Brasil: reedição de mapas selecionados**. Rio de Janeiro, 1969.
- 19 BRASSIOLO, M.M. **Avaliação da regeneração natural de *Pinus elliottii* Engel. var. *elliottii* na Floresta Nacional de Capão Bonito, SP**. Curitiba, 1988. 112f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- 20 BRENDER, E.V.; MC NAB, W. Loblolly pine seed production in the lower Piedmont under various harvesting methods. **Journal of Forestry**, Washington, DC, v.70, n.6, p.345-350, 1972.
- 21 BURGER, J.A.; TORBERT, J.L.; LANTAGNE, D.O. Effects of subsoiling and discing on the performance of loblolly pine growing for three seasons on the Piedmont. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (3.: 1984: Atlanta, GA). **Proceedings**. Asheville, NC: USDA. Forest Service, 1986. p.85. (General Technical Report. SE, n.42).
- 22 CAIN, M.D. Observations on release of natural pine regeneration in cutover stands. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (5.: 1988: Memphis, TN). **Proceedings**. New Orleans, LA: USDA. Forest Service, 1989. p.385-388. (General Technical Report. SO, n.74).
- 23 CAIN, M.D. Hardwood control before harvest improves natural pine regeneration. USDA. Forest Service. **Research Paper. SO**, New Orleans, LA, n.249, p.1-6, 1988.

- 24 CAIN, M.D. Competition impacts on growth of naturally regenerated loblolly pine seedlings. USDA. Forest Service. **Research Note**. SO, New Orleans, LA, n.345, p.1-5, 1988.
- 25 CAIN, M.D. Importance of seedyear, seedbed, and overstory for establishment of natural loblolly and shortleaf pine regeneration in Southern Arkansas. USDA. Forest Service. **Research Paper**. SO, New Orleans, LA, n.268, p.1-10, 1991.
- 26 CAIN, M.D.; BARNETT, J.P. Three-year field comparison of natural loblolly pine regeneration with improved container stock. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (6.: 1990: Memphis, TN). **Proceedings**. Asheville, NC: USDA. Forest Service, 1991. v.1, p.38-46. (**General Technical Report**. SE, n.70).
- 27 CAMPBELL, T.E. Loblolly-shortleaf pine seedfall in Louisiana. **Journal of Forestry**, Washington, DC, v.65, n.12, p.894-895, 1967.
- 28 CAMPBELL, T.E.; MANN, W.F. Regenerating loblolly pine by direct seeding, natural seeding, and planting. USDA. Forest Service. **Research Paper**. SO, New Orleans, LA, n.84, p.1-10, 1973.
- 29 CARNEIRO, J.G.A. **Efeito da densidade sobre o desenvolvimento de alguns parâmetros morfofisiológicos de mudas de *Pinus taeda* L. em viveiro e após o plantio**. Curitiba, 1985. 125f. Tese (Concurso para professor titular). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- 30 CARTER, G.A. *et al.* Effect of vegetative competition on the moisture and nutrient status of loblolly pine. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.14, n.1, p.1-9, 1984
- 31 CLASON, T. Site preparation treatment options for nonindustrial forest land. **Forest Farmer**, Atlanta, GA, v.48, n.4, p.16-21, 1989.
- 32 COOPER, R.W. Silvical characteristics of slash pine. USDA. Forest Service. **Station Paper**, Asheville, NC, n.81, p.1-13, 1957.
- 33 COZZO, D. **Introduccion a una propuesta de plantaciones asilvestradas como alternativa de transacion entre la economia maderera y la conservacion ambiental**. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, 1988.
- 34 COZZO, D. **La conversion de plantaciones forestales convencionales de espécies exóticas en sistemas silviculturales asilvestrados**. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, 1990.
- 35 COZZO, D. **Primeras informaciones de repoblaciones seminales inducidas por incendios o de espontáneas regeneraciones en plantaciones de *Pinus radiata*, *Pinus elliotti*, y *Pinus taeda* en el valle de Calamuchita, Cordoba, Argentina**. Cordoba: Direccion de Recursos Naturales Renovables, 1993.

- 36 CROKER, T.C. Fruitfulness of longleaf trees more important than culture in cone yield. **Journal of Forestry**, Washington, DC, v.62, n.11, p.822-823, 1964.
- 37 CROKER, T.C. Binocular counts of longleaf pine strobili. USDA. Forest Service. **Research Note**. SO, New Orleans, LA, n.127, p.1-3, 1971.
- 38 CROKER, T.C. Seedbed preparation aids natural regeneration of longleaf pine. USDA. Forest Service. **Research Paper**. SO, New Orleans, LA, n.112, p.1-7, 1975.
- 39 CROKER, T.C.; BOYER, W.D. Regenerating longleaf pine naturally. USDA. Forest Service. **Research Paper**. SO, New Orleans, LA, n.105, p.1-21, 1975.
- 40 CUBBAGE, F.W.; GUNTER, J.E.; OLSON, J.T. Reforestation economics, law, and taxation In: DURYEA, M.L.; DOUGHERTY, P.M. **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer, 1991. cap.2, p.9-31.
- 41 DAHMS, W.G. Dispersal of longleaf pine into clear-cut patches. USDA. Forest Service. **Research Note**. PNW, Portland, OR, n.3, p.1-8, 1963.
- 42 DANIEL, T.W.; HELMS, J.A.; BACKER, F.J. **Principios de silvicultura**. México: McGraw-Hill, 1982.
- 43 DANIELS, R.F. Spatial patterns and distance distributions in young seedbed loblolly pine stands. **Forest Science**, Washington, DC, v.24, n.2, p.260-266, 1978.
- 44 DE WIT, J.N.; TERRY, T.A. Site preparation effects on early loblolly pine growth, hardwood competition, and soil physical properties. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (2.: 1982: Atlanta, GA). **Proceedings**. Asheville, NC: USDA. Forest Service, 1983. p.40-47. (**General Technical Report**. SE, n.24).
- 45 DOUGHERTY, P.M.; DURYEA, M.L. Regeneration: an overview of past trends and basic steps needed to ensure future success. In: DURYEA, M.L.; DOUGHERTY, P.M. **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer, 1991. cap.1, p.1-7.
- 46 EDWARDS, M.B. A comparison of natural regeneration alternatives for a loblolly pine forest in the Lower Piedmont of Georgia. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (4.: 1986: Atlanta, GA). **Proceedings**. Asheville, NC: USDA. Forest Service, 1986. p.84-86. (**General Technical Report**. SE, n.42).
- 47 EDWARDS, M.B. Natural regeneration of loblolly pine. USDA. Forest Service. **General Technical Report**. SE, Asheville, NC, n.47, p.1-17, 1987.
- 48 EDWARDS, M.B. Ten-year effect of six site-preparation treatments on Piedmont loblolly pine survival and growth. USDA. Forest Service. **Research Paper**. SE, Asheville, NC, n.288, p.1-10, 1994.

- 49 EDWARDS, M.B.; DANGERFIELD, C.W. Reliable, low-cost alternatives for pine regeneration in the south. USDA. Forest Service. **Research Paper**. SE, Asheville, NC, n.280, p.1-6, 1990.
- 50 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. SNLCS. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979.
- 51 FERRELL, W.K. Effect of environmental conditions on survival and growth of forest tree seedlings under field conditions in the Piedmont region of North Carolina. **Ecology**, Durham, NC, n.34, p.667-688, 1953.
- 52 FOILES, M.W.; CURTIS, J.D. Regeneration of ponderosa pine in the Northern Rocky Mountain-Intermountain region. USDA. Forest Service. **Research Paper**. INT, Ogden, UT, n.145, p.1-44, 1973.
- 53 GARRIDO, M.A.O. *et al.* Áreas produtoras de sementes sob distintos espaçamentos. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v.13/14, p.7-15, 1980.
- 54 GEIER-HAYES, K. Occurrence of conifer seedlings and their microenvironments on disturbed sites in central Idaho. USDA. Forest Service. **Research Paper**. INT, Ogden, UT, n.383, p.1-12, 1987.
- 55 GEIER-HAYES, K. Natural regeneration in two Central Idaho grand fir habitat types. USDA. Forest Service. **Research Paper**. INT, Ogden, UT, n.472, p.1-17, 1994.
- 56 GEMMER, E.W. Loblolly pine establishment as affected by grazing, overstory, and seedbed preparation. **Journal of Forestry**, Washington, DC, v.39, n.5, p.473-477, 1941.
- 57 GRANO, C.X. Is litter a barrier to the initial establishment of shortleaf and loblolly pine reproduction? **Journal of Forestry**, Washington, DC, v.47, n.7, p.544-548, 1949.
- 58 GRANO, C.X. Indices to potential cone production of loblolly pine. **Journal of Forestry**. Washington, DC, v.55, n.12, p.890-891, 1957.
- 59 GRANO, C.X. Conditioning loessial soils for natural loblolly and shortleaf pine seeding. USDA. Forest Service. **Research Note**. SO, New Orleans, LA, n.116, p.1-4, 1971.
- 60 HAASE, S.M. Effect of prescribed burning on soil moisture and germination of southwestern ponderosa pine seed on basaltic soils. USDA. Forest Service. **Research Note**. RM, Fort Collins, CO, n.462, p.1-5, 1986.
- 61 HAEUSSLER, S.; TAPPEINER, J.C.; GREBER, B.J. Germination, survival, and early growth of red alder seedlings in the central Coast Range of Oregon. **Canadian Journal of Forestry Research**, Ottawa, v.25, n.10, p.1639-1651, 1995.
- 62 HARRIS, A.S. Effects of slash burning on conifer regeneration in Southeast Alaska. USDA. Forest Service. **Research Note**. NOR, Juneau, n.18, p.1-5, 1966.



- 63 HEIDMANN, L.J. *et al.* Establishing natural regeneration of ponderosa pine in Central Arizona. **Journal of Forestry**, Bethesda, MD, v.80, n.2, p.77-79, 1982.
- 64 HETHERINGTON, J.C. The dissemination, germination, and survival of seed of the West Coast of Vancouver Island from western hemlock and associated species. **Research Note**. British Columbia Forest Service, Victoria, n.39, p.1-22, 1965.
- 65 HODJES, J.D.; JANZENG, G. Studies on the biology of cherrybark oak: Recommendation for regeneration. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (4.: 1986: Atlanta, GA). **Proceedings**. Asheville, NC: USDA. Forest Service, 1986. p.133-139. (**General Technical Report**. SE, n.42).
- 66 HU, S.C. Regenerating loblolly pine by natural seeding and by planting in Southeastern Louisiana. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (2.: 1982: Atlanta, GA). **Proceedings**. Asheville, NC: USDA. Forest Service, 1983. p.94-95. (**General Technical Report**. SE, n.24).
- 67 HUNT, J.A.; MC MINN, R.G. Mechanical site preparation and forest regeneration in Sweden and Finland: Implications for technology transfer. **FRDA Report**. British Columbia Forest Service. Victoria, n.31, p.1-58, 1988.
- 68 IDE, B.Y. *et al.* **Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina: 2ª etapa**. Florianópolis: EMPASC, 1980.
- 69 JANKOVSKI, T. **Avaliação da produção e disseminação de sementes em um povoamento de *Pinus taeda* L.** Curitiba, 1985. 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- 70 JEANSSON, E. Some aspects on site preparation and natural regeneration in Sweden. In: IUFRO Working S1.05-12 (1987:Lapland, Finland). **Northern Forest Silviculture and Management**. Lapland, Finland, p.1-13, 1987.
- 71 JEANSSON, E. Natural regeneration of pine and spruce: some aspects on natural regeneration. In: IUFRO Working S1.05-08 (1989: Italy). **Mountain Silviculture in the Southern Alps**. Italy, p.1-14, 1989.
- 72 JEANSSON, E. *et al.* Natural regeneration of pine and spruce: proposal for a research program. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture. **Report**, Umea, n.25, p.1-67, 1989.
- 73 JEMISON, G.M.; KORSTIAN, C.F. Loblolly pine seed production and dispersal. **Journal of Forestry**, Washington, DC, v.42, n.10, p.734-741, 1944.
- 74 JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1982.
- 75 KINNUNEN, K.; KOJOLA, M.S. Natural regeneration of Scots pine in western Finland. **Folia Forestalia**, Helsinki, n. 449, p.1-18, 1980.

- 76 KRAMER, P.J.; DECKER, J.P. Relation between light intensity and rate of photosynthesis of loblolly pine and certain hardwoods. **Plant Physiology**, Bethesda, MD, v.19, p.350-358, 1944.
- 77 LANGDON, O.G. Natural regeneration of loblolly pine: A sound strategy for many forest landowners. **Southern Journal of Applied Forestry**, Bethesda, MD, v.5, n.4, p.170-176, 1981.
- 78 LANTAGNE, D.O.; BURGER, J.A. First-year survival and growth of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) as affected by site preparation on the South Carolina and Georgia Piedmont. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (2.: 1982: Atlanta, GA). **Proceedings**. Asheville, NC: USDA. Forest Service, 1983. p.5-10. (General Technical Report. SE, n.24).
- 79 LAMB, C.R. Apparent influence of weather upon seed production of loblolly pine. USDA. Forest Service. **Research Note**. SE, Asheville, NC, n.183, p.1-6, 1973.
- 80 LEA, A.D. Use of natural regeneration to establish second-rotation crops of radiata pine in the Australian Capital Territory. **Commonwealth Forestry Review**, Oxford, v.63, n.4, p.263-269, 1984.
- 81 LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 2. ed. Campinas: SBCS/SNLCS, 1984.
- 82 LIMA, G.S. Manejo e conservação de fauna silvestre em áreas de reflorestamento. **Estudos de Biologia**, Curitiba, v.34, p.5-15, 1993.
- 83 LOHREY, R.E. Site preparation improves survival and growth of direct-seeded pines. USDA. Forest Service. **Research Note**. SO, New Orleans, LA, n.185, p.1-4, 1975.
- 84 LOHREY, R.E.; KOSSUTH, S.V. *Pinus elliottii* Engelm. In: **SILVICS of North América: Conifers**. Washington, DC: USDA. Forest Service, 1990, v.1, n.654, p.338-345. (Agriculture Handbook, n.654).
- 85 MAC KINNEY, A.L.; KORSTIAN, C.F. Loblolly pine seed dispersal. **Journal of Forestry**, Washington, DC, v.36, n.5, p.465-468, 1938.
- 86 MAC LEOD, D.A.; CHAUDHRY, M.A. A field comparison of distance and plot methods for regeneration surveys. **The Forestry Chronicle**, Ottawa, v.55, n.2, p.57-61, 1979.
- 87 MANN, W.F. Southern types. In: **SILVICULTURAL Systems for the Major Forest Types of the United States**. Washington, DC: USDA. Forest Service, 1973, n.445, p.95-97. (Agriculture Handbook, n.445).
- 88 MARTIN, T.A. *et al.* Influence of residual shortleaf pine seed trees on height of regeneration. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (6.: 1990: Memphis, TN). **Proceedings**. Asheville, NC: USDA Forest Service, 1991. p.376-382. (General Technical Report. SE, v.1, n.70).

- 89 MATNEY, T.G.; HODGES, J.D. Evaluating Regeneration Success. In: DURYEA, M.L.; DOUGHERTY, P.M. **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer, 1991. cap.18, p.321-331.
- 90 MATTEL, V.L.; **Comparação entre semeadura direta e plantio de mudas produzidas em tubetes, na implantação de povoamentos de *Pinus taeda* L.** Curitiba, 1993. 149f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- 91 MC CAUGHEY, W.W. *et al.* Twenty-year natural regeneration following five silvicultural prescriptions in spruce-fir forests of the Intermountain West. USDA. Forest Service. **Research Paper. INT**, Ogden, UT, n.439, p.1-12, 1991.
- 92 MC DONALD, P.M.; FISKE, J.N. Indirect strategies for controlling undesirable vegetation in young conifer plantations. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FOREST VEGETATION MANAGEMENT (2.: 1995: Rotorua). **Proceedings**. Rotorua: New Zeland Forest Research Institute, 1995, p.215-217. (**FRI Bulletin**, n.192).
- 93 MC MINN, J.W. Site preparation for natural regeneration of slash pine. **Southern Journal of Applied Forestry**, Bethesda, MD, v.5, n.1, p.10-12, 1981.
- 94 MC MINN, J.W. Intensive whole-tree harvesting as a site preparation technique. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (2.: 1982: Atlanta, GA). **Proceedings**. Asheville, NC: USDA. Forest Service, 1982. p.59-61. (**General Technical Report. SE**, n.24).
- 95 MC NAB, W.H.; ACH, E.E. Prescribed burning improves piedmont loblolly pine seedbeds. USDA. Forest Service. **Research Note. SE**, Asheville, NC, n. 76, p.1-2, 1967.
- 96 MC NAB, W.H.; MILLER, T.; BRENDER, E.V. Growth and fusiform rust responses of piedmont loblolly pine after several site preparations and regeneration methods. **Southern Journal of Applied Forestry**, Bethesda, MD, v.14, n.1, p.18-24, 1990.
- 97 MENDES, C.J. Regeneração natural de florestas de pinus. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.: 1993: Curitiba). **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. v.2. p.739.
- 98 MENGAK, M.T.; *et al.* Growth and economics comparisons of selected naturally and artificially regenerated stands. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (4.: 1986: Atlanta, GA). **Proceedings**. Asheville, NC: USDA Forest Service, 1986. p.283-289. (**General Technical Report. SE**, n.42).
- 99 MEYER, H.A. The standard error of estimate of tree volume from the logarithmic volume equation. **Journal of Forestry**. Washington, DC, v.36, n.3, p.340-342, 1938.
- 100 MEYER, W.H. Some treatment effects on loblolly and shortleaf pine reproduction. **Journal of Forestry**. Washington, DC, v.53, n.12, p.895-900, 1955.

- 101 MILLER, J.H.; EDWARDS, M.B. Impacts of various intensities of site preparation on piedmont soils after 2 years. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (3.: 1984: Atlanta, GA). **Proceedings**. New Orleans, LA: USDA. Forest Service, 1985. p.65-73. (**General Technical Report**. SO, n.54).
- 102 MILLER, J.H.; ZUTTER, B. A region-wide study of loblolly pine seedling growth relative to four competition levels after two growing seasons. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (4.: 1986: Atlanta, GA). **Proceedings**. Asheville, NC: USDA. Forest Service, 1986. p.581-591. (**General Technical Report**. SE, n.42).
- 103 PARVIAINEN, J. Forest regeneration in Finland. In: SIMPÓSIO BILATERAL BRASIL-FINLÂNDIA SOBRE ATUALIDADES FLORESTAIS (1988: Curitiba). **Anais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1988. p.1-27.
- 104 PARVIAINEN, J. LAPPI, J. A calculation model for the comparison of artificial forest regeneration chains. **Folia Forestalia**, Helsinki, n.549, p.1-24, 1983.
- 105 PAYANDEH, B. Comparison of methods for assessing spatial distribution of trees. **Forest Science**, Washington, DC, v.16, n.3, p.312-317, 1970.
- 106 POMEROY, K.B. The germination and initial establishment of loblolly pine under various surface soil conditions. **Journal of Forestry**, Washington, DC, v.47, n.7. p.541-543, 1949.
- 107 POMEROY, K.B.; KORSTIAN, C.F. Further results on loblolly pine seed production and dispersal. **Journal of Forestry**, Washington, DC, v.47, n.12, p.968-970, 1949.
- 108 POMEROY, K.B.; TROUSDELL, K.B. The importance of seed-bed preparation in loblolly pine management. **Southern Lumberman**, Franklin, TN, v.177, n.2225, p.143-144, 1948.
- 109 RAGAN, J.R.; WATSON, W.F.; STOKES, B.J. Impact of intensive utilization on regeneration operations. **Paper**. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI, n.87, p.1-23, 1984.
- 110 RAMOS, A.A. Perspectivas qualitativas e econômicas da produção florestal em sucessivas rotações. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.: 1993: Curitiba). **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. v.3, p.177-189.
- 111 ROE, A.L.; ALEXANDER, R.R.; ANDREWS, M.D. Engelmann spruce regeneration practices in the Rocky Mountains. USDA. Forest Service. **Production Research Report**. RM, n.115, p.1-32, 1970.
- 112 SCHMIDT, W.C. Seedbed treatments influence seedling development in western larch forests. USDA. Forest Service. **Research Note**. INT, Ogden, UT, n.93, p.1-7, 1969.
- 113 SEITZ, R.A. O diagrama de áreas vazias. **Floresta**, Curitiba, v.11, n.2, p.52-58, 1980.

- 114 SEITZ, R.A. A regeneração natural de *Araucaria angustifolia*. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v.16, p.412-420, 1982.
- 115 SIROIS, D.L. Research needs: integrating forest harvesting and regeneration. In: FORESTRY INDUSTRY TRAINING AND EDUCATION COUNCIL HARVESTING AND REGENERATION CONFERENCE (1986: Atlanta, GA). **Proceedings**. New Orleans, LA: USDA. Forest Service, 1986, p.93-95.
- 116 SKOKLEFALD, S. Natural regeneration of Norway spruce (*picea abies*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*) in Norway. In: IUFRO Working S1.05-08 (1985: Norway). Norwegian Forest Research Institute. **Natural Stand regeneration**. p. 1-13, 1985.
- 117 SMITH, L.B.; WASSHAUSEN, D.C.; KLEIN, R.M. Gramíneas. In: **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajai: Conselho Nacional de Pesquisa, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Herbário Barbosa Rodrigues, 1982. p.443-906.
- 118 SMITH, M.D. **The practice of silviculture**. 8.ed. New York: J. Wiley, 1986.
- 119 STAFFORD, C.W.; TORBERT, J.L.; BURGER, J.A. An evaluation of site preparation methods for loblolly pine regeneration on the Piedmont. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (3.: 1984: Atlanta, GA). **Proceedings**. New Orleans, LA: USDA. Forest Service., 1985. p.57-60. (**General Technical Report**. SO, n.54).
- 120 STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.M. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill, 1960.
- 121 STEIN, W.I. Developing an acceptable stocking survey. In: ANNUAL MEETING OF THE NORTHERN CALIFORNIA SECTION, SOCIETY OF AMERICAN FORESTERS (1974: Oakland, CA). **Proceedings**. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce, National Technical Information Service, 1974. p.1-13.
- 122 STEWART, R.E. Site preparation. In: CLEARY, B.D. *et al.* **Regenerating Oregon's Forests**. Corvallis, OR: USDA. Forest Service, 1978. cap.7, p.100-129.
- 123 STRANSKY, J.J.; HALLS, L.K.; WATTERSTON, K.G. Soil response to clearcutting and site preparation in East Texas. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (2.: 1982: Atlanta, GA). **Proceedings**. Asheville, NC: USDA. Forest Service, 1983. p.54-58. (**General Technical Report**. SE, n.24).
- 124 TIARKS, A.E.; HAYWOOD, J.D. *Pinus taeda* L. response to fertilization, herbaceous plant control, and woody plant control. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.14, n.2, p.103-112, 1986.
- 125 TROUSDELL, K.B. Seed and seedbed requirement to regenerate loblolly pine. **Station Paper**. USDA. Forest Service, Asheville, NC, n.8, p.1-13, 1950.
- 126 TROUSDELL, K.B. Forecasting loblolly pine cone crops. **Southern Lumberman**, Franklin, TN), v.183, n.2297, p.138, 1951.

- 127 TROUSDELL, K.B. Favorable seedbed conditions for loblolly pine disappear 3 years after logging. *Journal of Forestry*, Washington, DC, v.52, n.3, p.174-176, 1954.
- 128 TROUSDELL, K.B. Loblolly pine regeneration from seed: what do site preparation and cultural measures buy? *Journal of Forestry*, Washington, DC, v.61, n.6, p.441-444, 1963.
- 129 TROUSDELL, K.B.; LANGDON, O.G. Disking and prescribed burning for loblolly pine regeneration. *Journal of Forestry*, Washington, DC, v.65, n.8, p.548-551, 1967.
- 130 TROUSDELL, K.B.; WENGER, K.F. Some factors of climate and soil affecting establishment of loblolly pine stands. *Forest Science*, Washington, DC, v.9, n.2, p.130-136, 1963.
- 131 TUTTLE, C.L.; GOLDEN, M.S.; MELDAHL, R.S. Effect of surface soil removal on selected soil properties and loblolly pine seedlings after the first growing season. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (2.: 1982: Atlanta, GA). *Proceedings*. Asheville, NC: USDA. Forest Service, 1983. p.18-22. (General Technical Report. SE, n.24).
- 132 URSIC, S.J.; DUFFY, P.D. Strip cutting to regenerate erosion-control plantations of loblolly pine. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (4.: 1986: Atlanta, GA) *Proceedings*. Asheville, NC: USDA. Forest Service, 1986. p. 326-329. (General Technical Report. SE, n.42).
- 133 VAN LEAR, D.H. *et al.* Regeneration of loblolly pine plantations in the Piedmont by clearcutting with seed in place. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (2.: 1982: Atlanta, GA). *Proceedings*. Asheville, NC: USDA. Forest Service, 1983. p.87-93. (General Technical Report. SE, n.24).
- 134 VUOKILA, Y. The improvement of technical quality of forests. *Folia Forestalia*, Helsinki, n.523, p.1-55, 1982.
- 135 WADE, D.; EDWARDS, M.B.; WEISE, D.R. Preharvest seedbed preparation options to enhance loblolly pine regeneration. In: BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE (6.: 1990: Memphis, TN). *Proceedings*. Asheville, NC: USDA. Forest Service, 1991. v.1, p.171-184. (General Technical Report. SE, n.70).
- 136 WAHLENBERG, W.G. Effect of forest shade and openings on loblolly pine seedlings. *Journal of Forestry*, Washington, DC, v.46, n.11, p.832-834, 1948.
- 137 WAHLENBERG, W.G. *Loblolly pine: its use, ecology, regeneration, protection, growth and management*. Durham, NC: Duke University, 1960.
- 138 WAKELEY, P.C. Loblolly pine seed production. *Journal of Forestry*, Washington, DC, v.45, n.9, p.676-677, 1947.
- 139 WENGER, K.F. How to estimate the number of cones in standing loblolly pine trees. *Research Notes*. USDA. Forest Service, Asheville, NC, n.44, p.1-2, 1953.

- 140 WENGER, K.F. The stimulation of loblolly pine seed trees by preharvest release. **Journal of Forestry**, Washington, DC, v.52, n.8, p.115-118, 1954.
- 141 WENGER, K.F. Silvical characteristics of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) **Station Paper**. USDA. Forest Service, Asheville, NC, n.98, p.1-32, 1958.
- 142 WENGER, K.F.; TROUSDELL, K.B. Natural regeneration of loblolly pine in the South Atlantic Coastal Plain. **Production Research Report**. USDA. Forest Service, Washington, DC, n.13, p.1-78, 1958.
- 143 WOLFFSOHN, A. Estudios silviculturales de *Pinus oocarpa* Schiede en la Republica de Honduras. **Publicación Miscelánea**, Siguatepeque Honduras, n.4, p.1-55, 1984.
- 144 WOLTERS, G.L. *et al.* Response of competing vegetation to site preparation on West Gulf Coastal Plain commercial forest land. USDA. Forest Service. **General Technical Report**. SO, New Orleans, LA, n.116, p.1-8, 1995.